

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-186366

(43)Date of publication of application : 14.07.1998

(51)Int.Cl.

G02F 1/1337
 G02B 5/00
 G02F 1/1335
 G02F 1/1343
 G02F 1/136

(21)Application number : 08-347767

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 26.12.1996

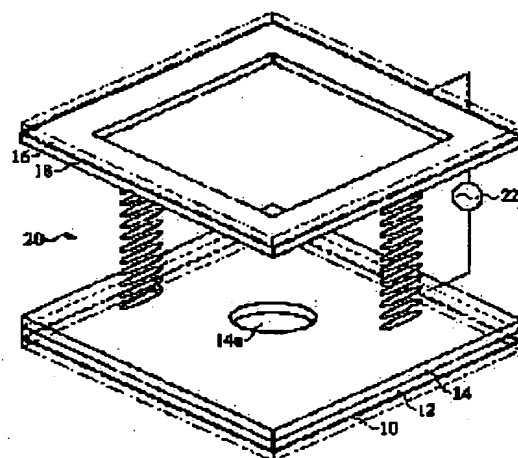
(72)Inventor : TAKEDA ARIHIRO
KOIKE YOSHIRO

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal display device whose visual field angle is wide and which can be produced in a high yield.

SOLUTION: Liquid crystal 20 is sealed between the first substrate 10 and the second substrate 16, which are oppositely arranged. First electrodes 12 are formed at prescribed positions of a prescribed area on the first substrate 10 and second electrodes 18 are formed at positions shifted with respect to the first electrodes 12 of the prescribed area on the substrate 16. When a voltage is impressed between the first electrode 12 and the second electrodes 18, the prescribed area is divided into at least two different first and second areas where voltage impressed states with respect to the liquid crystal 20 are different and the oriented direction of the liquid crystal of the first area and the oriented direction of the liquid crystal of the second area are made mutually different. As a result, a wide visual field angle equivalent to or wider than that to be obtained by an intra-plane switching method (IPS) can be obtained. Since the first electrodes 12 and the second electrodes 18 are formed on different substrates 10, 16, it is not needed to consider the short circuit between adjacent electrodes 12, 18.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.12.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the liquid crystal display which has the liquid crystal enclosed between the 1st substrate and the 2nd substrate which have been faced and arranged, and said 1st substrate and said 2nd substrate The 1st electrode which is on said 1st substrate and was formed in the predetermined location of a predetermined field, When it is on said 2nd substrate, it has the 2nd electrode formed in the location shifted to said 1st electrode of said predetermined field and an electrical potential difference is impressed to inter-electrode [said / 1st electrode and inter-electrode / 2nd / said], Said predetermined field is a liquid crystal display characterized by being divided into the 1st at least two field and 2nd field to which the electrical-potential-difference impression conditions over said liquid crystal differ, and the direction of orientation of said liquid crystal of said 1st field differing from the direction of orientation of said liquid crystal of said 2nd field.

[Claim 2] It is the liquid crystal display characterized by said 1st electrode being on said 1st substrate, and being formed in the interior of said predetermined field, and for said 2nd electrode being on said 2nd substrate, and forming it along with the rim of said predetermined field in a liquid crystal display according to claim 1.

[Claim 3] It is the liquid crystal display characterized by for said 1st electrode being on said 1st substrate, being formed in the interior of said predetermined field, and forming said 2nd electrode in a liquid crystal display according to claim 1 along with the rim which it is on said 2nd substrate and said predetermined field faces.

[Claim 4] It is the liquid crystal display characterized by said predetermined field being an abbreviation rectangle configuration, and said 1st electrode being on said 1st substrate in a liquid crystal display according to claim 1, and being formed along with the line which crosses said predetermined field, and for said 2nd electrode being on said 2nd substrate, and forming it along with the rim of said predetermined field.

[Claim 5] It is the liquid crystal display characterized by for said predetermined field being an abbreviation rectangle configuration, and for said 1st electrode being on said 1st substrate in a liquid crystal display according to claim 1, being formed along with the line which crosses said predetermined field, and forming said 2nd electrode along with the rim which it is on said 2nd substrate and said predetermined field faces.

[Claim 6] It is the liquid crystal display which has further the 3rd electrode formed in inter-electrode [on said 2nd substrate / which faces / said / 2nd] in the liquid crystal display according to claim 3 or 5, and said the 1st electrode and said 3rd electrode are abbreviation same electric potential, and is characterized by impressing an electrical potential difference between said 1st electrode and said 3rd electrode, and said 2nd electrode.

[Claim 7] It is the liquid crystal display which has further the 3rd electrode formed in the location surrounded with said 2nd electrode on said 2nd substrate in the liquid crystal display according to claim 2 or 4, and said the 1st electrode and said 3rd electrode are abbreviation same electric potential, and is characterized by impressing an electrical potential difference between said 1st electrode and said 3rd electrode, and said 2nd electrode.

[Claim 8] It is the liquid crystal display characterized by for said 1st electrode being on said 1st substrate, being formed along with the 1st line, and forming said 2nd electrode in a liquid crystal display according to claim 1 along with the 2nd line which is on said 2nd substrate and intersects said 1st line.

[Claim 9] In a liquid crystal display according to claim 8 said predetermined field It is an abbreviation rectangle configuration, said 1st electrode is on said 1st substrate, and it is formed along with the 1st line which crosses said predetermined field aslant. Said 2nd electrode The liquid crystal display characterized by being formed along with the 2nd line which is on said 2nd substrate, crosses said predetermined field aslant,

and intersects said 1st line.

[Claim 10] It is the liquid crystal display characterized by said predetermined field being an abbreviation rectangle configuration, and said 1st electrode being on said 1st substrate in a liquid crystal display according to claim 8, and being formed along with one rim of said predetermined field, and for said 2nd electrode being on said 2nd substrate, and forming it along with the line of said predetermined field which crosses a center mostly and intersects said one rim.

[Claim 11] In a liquid crystal display according to claim 8 said predetermined field It is an abbreviation rectangle configuration, and said 1st electrode is on said 1st substrate, crosses said predetermined field, and is formed along with the 1st line almost parallel to one rim. Said 2nd electrode The liquid crystal display characterized by being formed along with the 2nd line which is on said 2nd substrate, crosses said predetermined field, and intersects perpendicularly with said 1st line mostly.

[Claim 12] In a liquid crystal display given in claim 1 thru/or any 1 term of 11, by one [which divides said the 1st field and said 2nd field] parting line side Orientation processing which has the 1st pre tilt angle is performed to said 1st substrate. To said 2nd substrate In the another side side of said parting line which orientation processing which has the 2nd larger pre tilt angle than said 1st pre tilt angle is performed, and divides said the 1st field and said 2nd field Orientation processing which has the 3rd pre tilt angle is performed to said 1st substrate. To said 2nd substrate When orientation processing which has the 4th pre tilt angle smaller than said 3rd pre tilt angle is performed and an electrical potential difference is impressed to inter-electrode [said / 1st electrode and inter-electrode / 2nd / said], It is the liquid crystal display characterized by for the directions of orientation differing mutually in two fields to which the direction of orientation of said liquid crystal of said 1st field was divided by said parting line, and the directions of orientation differing mutually in two fields to which the direction of orientation of said liquid crystal of said 2nd field was divided by said parting line.

[Claim 13] It is the liquid crystal display characterized by said 4th pre tilt angle being the same as said 1st pre tilt angle, and said 2nd pre tilt angle and said 3rd pre tilt angle being the same in a liquid crystal display according to claim 12.

[Claim 14] In a liquid crystal display according to claim 12 or 13 said predetermined field The abbreviation rectangle configuration is carried out. Said predetermined configuration The boundary line between said 1st field and said 2nd field, When it is quadrisected at least by said parting line which divides said the 1st field and said 2nd field and an electrical potential difference is impressed to inter-electrode [said / 1st electrode and inter-electrode / 2nd / said] by it, The direction of orientation of said liquid crystal in each quadrisected field is a liquid crystal display characterized by being a radial a core [the crossover location of said imaginary line and said vertical section line].

[Claim 15] It is the liquid crystal display characterized by for the orientation condition of said liquid crystal being homogeneous orientation, and the direction of orientation of said liquid crystal being almost parallel or as right-angled as the direction of said 1st electrode and/or said 2nd electrode in a liquid crystal display given in claim 1 thru/or any 1 term of 14.

[Claim 16] It is the liquid crystal display characterized by the direction of orientation of said liquid crystal being almost perpendicular to said the 1st substrate and/or said 2nd substrate when the electrical potential difference is not impressed to claim 1 thru/or any 1 term of 15 in the liquid crystal display of a publication inter-electrode [said / 1st electrode and inter-electrode / 2nd / said].

[Claim 17] It is the liquid crystal display characterized by for said predetermined field having the non-countering field where the opposite field where said the 1st electrode and said 2nd electrode counter on both sides of said liquid crystal, and said the 1st electrode and said 2nd electrode have not countered in a liquid crystal display given in claim 1 thru/or any 1 term of 16, and the area of said opposite field being smaller than the area of said non-countering field.

[Claim 18] The liquid crystal display characterized by $\Delta n \cdot d$ being more than less than [abbreviation 0.5] 0.25 in a liquid crystal display given in claim 1 thru/or any 1 term of 17 when the refractive-index anisotropy of said liquid crystal is set to Δn and thickness is set to d .

[Claim 19] It is the liquid crystal display characterized by said predetermined field being a pixel field in a liquid crystal display given in claim 1 thru/or any 1 term of 18.

[Claim 20] It is the liquid crystal display characterized by being formed using the Black matrix layer in which said the 1st electrode and/or said 2nd electrode shade the transmitted light in a liquid crystal display given in claim 1 thru/or any 1 term of 19.

[Claim 21] It is the liquid crystal display which a filter layer is formed on said Black matrix layer on said 1st substrate and/or said 2nd substrate in a liquid crystal display according to claim 20, and is characterized by

said the 1st electrode and/or said 2nd electrode being said Black matrix layer exposed from opening of said filter layer.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the liquid crystal display which has the liquid crystal enclosed between the 1st substrate and the 2nd substrate which have been arranged face to face, and the 1st substrate and the 2nd substrate.

[0002]

[Description of the Prior Art] Promising ** is most carried out TFT-LCD (Thin Film Transistor Liquid Crystal Display) now in the flat-panel display which may replace a CRT display. Commercial-scene expansion is further expected by application to public welfare devices, such as a personal computer, a word processor, OA (Office Automation) device, and pocket television, and a household-electric-appliances device.

[0003] The manufacturing technology of TN (Twisted Nematic: torsion pneumatic) mold TFT-LCD accomplished the marked advance, and by the time it exceeds a CRT display in properties, such as contrast and color reproduction nature, it will have resulted. The TN liquid crystal display of the normally white mode currently used is explained using drawing 42. [present most] Drawing 42 (a) shows the condition that the electrical potential difference is not impressed, and drawing 42 (b) shows the condition that the electrical potential difference is impressed.

[0004] The TN liquid crystal layer 200 of about 5-micrometer thickness is pinched with the glass substrates 202 and 204 of a pair. The direction of orientation of the orientation film of glass substrates 202 and 204 is shifted 90 degrees mutually. As orientation of the TN liquid crystal layer 200 is carried out along the direction of orientation of the orientation film of glass substrates 202 and 204 and it is shown in drawing 42 (a), the direction of a liquid crystal molecule is twisted 90 degrees. The polarizing plate 206 parallel to the direction of orientation of a glass substrate 202 is formed in the outside of a glass substrate 202, and the polarizing plate 208 parallel to the direction of orientation of a glass substrate 204 is formed in the outside of a glass substrate 204.

[0005] In the condition that the electrical potential difference is not impressed to the TN liquid crystal layer 200, as shown in drawing 42 (a), the light which carried out incidence to the TN mold LCD passes a polarizing plate 206, and turns into the linearly polarized light, a glass substrate 202 is penetrated, incidence is carried out to the TN liquid crystal layer 200, and the polarization direction is twisted 90 degrees according to the orientation of the TN liquid crystal layer 200. The light which carried out outgoing radiation from the TN liquid crystal layer 200 penetrates a glass substrate 204, and penetrates a polarizing plate 208. At this time, a display will be bright state.

[0006] If an electrical potential difference is impressed to the TN liquid crystal layer 200, as shown in drawing 42 (b), the light which the torsion of the liquid crystal molecule in the TN liquid crystal layer 200 was lost, and carried out incidence to the TN liquid crystal layer 200 will progress without twisting the polarization direction, and will be shaded with a polarizing plate 208. At this time, a display will be in a dark condition. Thus, a TN liquid crystal display can control the light and darkness of a display condition by controlling the electrical-potential-difference impression to a TN liquid crystal.

[0007] However, the TN liquid crystal display has the trouble that an angle of visibility is narrow. Improvement proposals, such as an approach using (1) phase-contrast film as what cancels this trouble, an approach using (2) diffusion film, an approach by (3) orientation division, an approach by (4) random orientation, and an approach by the switching within (5) sides (IPS:In-Plane Switching), are examined.

[0008] The approach using a phase contrast film is an approach of compensating the anisotropy of the refractive index which originates in the direction of orientation of a liquid crystal molecule by the anisotropy

by the phase contrast film. However, this approach may not be enough for an improvement of an angle of visibility. The approach using a diffusion film is an approach which is going to carry out diffusion process of the light which penetrated the liquid crystal display, and is going to make an angle of visibility large substantially. However, by this approach, if it is going to make an angle of visibility large, the resolution of a display will also deteriorate.

[0009] By orientation, the approach of depending comparatively divides liquid crystal into many minute fields, constitutes many minute domains where the orientation conditions of a liquid crystal molecule differ, and compensates each other angle-of-visibility property with each domains. However, this approach may not be enough for an improvement of an angle of visibility. The approach by random orientation forms at random many minute domains where orientation conditions differ using an amorphous TN liquid crystal. However, this approach may not be enough for an improvement of an angle of visibility, either.

[0010] The approach by the switching (IPS) within a field controls the orientation condition of a liquid crystal molecule by preparing two drive electrodes for impressing an electrical potential difference in the field of the substrate of one of the two of the substrate of the pair which sandwiches liquid crystal, and controlling the electrical-potential-difference impression to these drive electrode. Although this approach was learned as structure of a liquid crystal display for many years, that outstanding angle-of-visibility property attracts attention (Japan Display 95 Digest p.707 and 1995). According to this approach, since an orientation condition changes with a condition level to a substrate side, the liquid crystal molecule is theoretically excellent in the vision property.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in order that it may form two drive electrodes which impress an electrical potential difference to the substrate of one of the two of the substrate of the pair which sandwiches liquid crystal, when it is easy to produce a short circuit inter-electrode [adjoining] and the liquid crystal display which is a highly minute pixel is manufactured, it is difficult for the approach by the switching (IPS) within a field to secure the high yield.

[0012] Moreover, as shown in drawing 43 (a), driver voltage must be made thin below at fixed thickness, in order to depend in the thickness of liquid crystal strongly and to drive liquid crystal. Moreover, as shown in drawing 4343 (b), in order for driver voltage to depend about an inter-electrode gap strongly and to drive liquid crystal, it is necessary to prepare the gap more than constant value, and becomes the hindrance of detailed-izing. Moreover, in order to form two drive electrodes in substrate of one of the two, in the case of the liquid crystal display of a highly minute pixel, a numerical aperture will fall extremely.

[0013] The purpose of this invention improves an angle of visibility, and is to offer the liquid crystal display which has a large angle of visibility. Other purposes of this invention are to offer the liquid crystal display of the wide-field-of-view angle which can be manufactured by the high yield.

[0014]

[Means for Solving the Problem] In the liquid crystal display which has the liquid crystal enclosed between the 1st substrate and the 2nd substrate which have been arranged face to face by the above-mentioned purpose, and said 1st substrate and said 2nd substrate The 1st electrode which is on said 1st substrate and was formed in the predetermined location of a predetermined field, When it is on said 2nd substrate, it has the 2nd electrode formed in the location shifted to said 1st electrode of said predetermined field and an electrical potential difference is impressed to inter-electrode [said / 1st electrode and inter-electrode / 2nd / said], Said predetermined field is divided into the 1st at least two field and 2nd field to which the electrical-potential-difference impression conditions over said liquid crystal differ, and is attained by the liquid crystal display characterized by the direction of orientation of said liquid crystal of said 1st field differing from the direction of orientation of said liquid crystal of said 2nd field.

[0015] In the liquid crystal display mentioned above, said 1st electrode is on said 1st substrate, and it is formed in the interior of said predetermined field, and said 2nd electrode is on said 2nd substrate, and may be formed along with the rim of said predetermined field. In the liquid crystal display mentioned above, said 1st electrode is on said 1st substrate, and it is formed in the interior of said predetermined field, and said 2nd electrode is on said 2nd substrate, and may be formed along with the rim which said predetermined field faces.

[0016] In the liquid crystal display mentioned above, said predetermined field is an abbreviation rectangle configuration, said 1st electrode is on said 1st substrate, and it is formed along with the line which crosses said predetermined field, and said 2nd electrode is on said 2nd substrate, and may be formed along with the rim of said predetermined field. In the liquid crystal display mentioned above, said predetermined field is an abbreviation rectangle configuration, said 1st electrode is on said 1st substrate, and it is formed along with

the line which crosses said predetermined field, and said 2nd electrode is on said 2nd substrate, and may be formed along with the rim which said predetermined field faces.

[0017] In the liquid crystal display mentioned above, it has further the 3rd electrode formed in inter-electrode [on said 2nd substrate / which faces / said / 2nd], and said the 1st electrode and said 3rd electrode are abbreviation same electric potential, and an electrical potential difference may be impressed between said 1st electrode and said 3rd electrode, and said 2nd electrode. In the liquid crystal display mentioned above, it has further the 3rd electrode formed in the location surrounded with said 2nd electrode on said 2nd substrate, and said the 1st electrode and said 3rd electrode are abbreviation same electric potential, and an electrical potential difference may be impressed between said 1st electrode and said 3rd electrode, and said 2nd electrode.

[0018] In the liquid crystal display mentioned above, said 1st electrode is on said 1st substrate, and it is formed along with the 1st line, and said 2nd electrode is on said 2nd substrate, and may be formed along with the 2nd line which intersects said 1st line. In the liquid crystal display mentioned above said predetermined field It is an abbreviation rectangle configuration, said 1st electrode is on said 1st substrate, and it is formed along with the 1st line which crosses said predetermined field aslant. Said 2nd electrode It is on said 2nd substrate, said predetermined field is crossed aslant, and it may be formed along with the 2nd line which intersects said 1st line.

[0019] In the liquid crystal display mentioned above, said predetermined field is an abbreviation rectangle configuration, said 1st electrode is on said 1st substrate, and it may be formed along with one rim of said predetermined field, and said 2nd electrode is on said 2nd substrate, and a center may be crossed mostly and it may be formed along with the line of said predetermined field which intersects said one rim. In the liquid crystal display mentioned above said predetermined field It is an abbreviation rectangle configuration, and said 1st electrode is on said 1st substrate, crosses said predetermined field, and is formed along with the 1st line almost parallel to one rim. Said 2nd electrode It is on said 2nd substrate, said predetermined field is crossed, and it may be formed along with the 2nd line which intersects perpendicularly with said 1st line mostly.

[0020] In the liquid crystal display mentioned above, by one [which divides said the 1st field and said 2nd field] parting line side Orientation processing which has the 1st pre tilt angle is performed to said 1st substrate. To said 2nd substrate In the another side side of said parting line which orientation processing which has the 2nd larger pre tilt angle than said 1st pre tilt angle is performed, and divides said the 1st field and said 2nd field Orientation processing which has the 3rd pre tilt angle is performed to said 1st substrate. To said 2nd substrate When orientation processing which has the 4th pre tilt angle smaller than said 3rd pre tilt angle is performed and an electrical potential difference is impressed to inter-electrode [said / 1st electrode and inter-electrode / 2nd / said], In two fields to which the direction of orientation of said liquid crystal of said 1st field was divided by said parting line, the directions of orientation differ mutually, and you may make it the directions of orientation differ mutually in two fields to which the direction of orientation of said liquid crystal of said 2nd field was divided by said parting line.

[0021] In the liquid crystal display mentioned above, said 4th pre tilt angle may be the same as said 1st pre tilt angle, and said 3rd pre tilt angle may be the same as said 2nd pre tilt angle. In the liquid crystal display mentioned above said predetermined field The abbreviation rectangle configuration is carried out. Said predetermined configuration The boundary line between said 1st field and said 2nd field, When it is quadrisectioned at least by said parting line which divides said the 1st field and said 2nd field and an electrical potential difference is impressed to inter-electrode [said / 1st electrode and inter-electrode / 2nd / said] by it, The direction of orientation of said liquid crystal in each quadrisectioned field may be a radial centering on the crossover location of said imaginary line and said vertical section line.

[0022] In the liquid crystal display mentioned above, the orientation condition of said liquid crystal may be homogeneous orientation, and the direction of orientation of said liquid crystal may be almost parallel or as right-angled as the direction of said 1st electrode and/or said 2nd electrode. In the liquid crystal display mentioned above, when the electrical potential difference is not impressed to inter-electrode [said / 1st electrode and inter-electrode / 2nd / said], the direction of orientation of said liquid crystal may be almost perpendicular to said the 1st substrate and/or said 2nd substrate.

[0023] In the liquid crystal display mentioned above, said predetermined field may have the non-countering field where the opposite field where said the 1st electrode and said 2nd electrode counter on both sides of said liquid crystal, and said the 1st electrode and said 2nd electrode have not countered, and the area of said opposite field may be smaller than the area of said non-countering field. In the liquid crystal display mentioned above, when the refractive-index anisotropy of said liquid crystal is set to Δn and thickness is

set to d , it is desirable for $\Delta n \cdot d$ to be more than less than [abbreviation 0.5] 0.25.

[0024] As for said predetermined field, in the liquid crystal display mentioned above, it is desirable that it is a pixel field. In the liquid crystal display mentioned above, said the 1st electrode and/or said 2nd electrode may be formed using the black matrix layer which shades the transmitted light. In the liquid crystal display mentioned above, on said 1st substrate and/or said 2nd substrate, a filter layer may be formed on said black matrix layer, and said the 1st electrode and/or said 2nd electrode may be said black matrix layer exposed from opening of said filter layer.

[0025]

[Embodiment of the Invention]

The liquid crystal display by the 1st operation gestalt of [1st operation gestalt] this invention is explained using drawing 1 thru/or drawing 4. The perspective view showing the liquid crystal display according [drawing 1] to this operation gestalt, the explanatory view in which drawing 2 explains actuation of the liquid crystal display by this operation gestalt, the explanatory view in which drawing 3 explains the angle of visibility of a liquid crystal display, and drawing 4 are the perspective views showing the modification of the liquid crystal display by this operation gestalt.

[0026] Drawing 1 shows the panel structure of the pixel field for 1 pixel of a liquid crystal display. The 1st electrode layer 12 which consists of an ITO layer is formed in the whole surface at the glass TFT substrate 10 which is shown in the lower part of drawing 1 and in which the TFT component (not shown) was formed. The insulating layer 14 is formed on the 1st electrode layer 12. Circular opening 14a was prepared in the center of a pixel field at the insulating layer 12, and the 1st electrode layer 12 is exposed from opening 14a. Thereby, the 1st electrode is formed in the center of the pixel field of the TFT substrate 10.

[0027] The 2nd electrode layer 18 which consists of an ITO layer of a square-ring configuration along with the rim of a pixel electrode is formed in the glass opposite substrate 16 which is shown in the upper part of drawing 1 and which counters the TFT substrate 10. Thereby, the 2nd electrode is formed along with the rim of the pixel field of the opposite substrate 16. It is inserted between the TFT substrate 10 and the opposite substrate 16, and the liquid crystal layer 20 of TN mold is formed. The orientation of the liquid crystal layer 20 is homogeneous orientation almost parallel to the field of the TFT substrate 10 or the opposite substrate 16, as shown in drawing 1. A twist angle is made into 0 times.

[0028] Between the 1st electrode layer 12 and the 2nd electrode layer 18, predetermined driver voltage is impressed from the drive power source 22. although not illustrated -- the direction almost same with the lower part of the TFT substrate 10 as the direction of orientation of the liquid crystal layer 20 -- or the polarizing plate of the rectangular direction is prepared mostly and the rectangular direction or the almost parallel polarizing plate is mostly prepared above the opposite substrate 18 with the direction of orientation of the liquid crystal layer 20.

[0029] Actuation of the liquid crystal display of such a configuration is explained using drawing 2. In the condition that the electrical potential difference is not impressed between the 1st electrode layer 12 and the 2nd electrode layer 18, as shown in drawing 2 (a), orientation of all the liquid crystal molecules of the liquid crystal layer 20 is carried out in parallel with the TFT substrate 10 or the opposite substrate 16. In order not to influence incident light of the birefringence of the liquid crystal layer 20 in this condition, a polarization shaft does not rotate within the liquid crystal layer 20. Therefore, the incident light from TFT substrate 10 lower part is made into the linearly polarized light with a polarizing plate, penetrates the liquid crystal layer 20 through the TFT substrate 10, and it penetrates the opposite substrate 16, without changing the polarization direction. The light which penetrated the opposite substrate 16 is shaded with the polarizing plate of the polarization direction which intersects perpendicularly.

[0030] If an electrical potential difference is impressed between the 1st electrode layer 12 and the 2nd electrode layer 18, as shown in drawing 2 (b), the electric field of the line of electric force of a radial which goes to the 2nd electrode layer 18 from the 1st electrode layer 12 will occur, and a liquid crystal molecule will carry out orientation to a radial along with line of electric force. A liquid crystal molecule will be in an equivalent orientation condition to all the directions of 360 degrees. In this condition, incident light is influenced of the birefringence of the liquid crystal layer 20, and a polarization shaft rotates it according to the direction of orientation of a liquid crystal molecule. Therefore, it considers as the linearly polarized light with a polarizing plate, a polarization shaft rotates in the liquid crystal layer 20 through the TFT substrate 10, and the incident light from TFT substrate 10 lower part penetrates a upside polarizing plate through the opposite substrate 16.

[0031] In the condition that the electrical potential difference was impressed, since orientation of the liquid crystal molecule is carried out to the radial from the core of a pixel field to all directions, the incident light

from all directions can also be penetrated and a large angle of visibility can be realized. The direction the liquid crystal molecule in the liquid crystal layer 20 is carrying out [the direction] orientation in the various directions explains the point that change of the color by the direction of incident light also becomes small, using drawing 3 , while an angle of visibility becomes large.

[0032] As shown in drawing 3 (a), when the liquid crystal molecule is carrying out orientation horizontally in the condition that the electrical potential difference is not impressed in this operation gestalt, although Δn [as opposed to slanting incident light to normal Δn of perpendicular incident light] becomes small, it does not have small deer strange straw. For this reason, change of the color of the transmitted light to perpendicular incident light and slanting incident light is small. As shown in drawing 3 (b), when the liquid crystal molecule is carrying out orientation to the radial in the condition that the electrical potential difference is impressed in this operation gestalt, although Δn [as opposed to slanting incident light to normal Δn of perpendicular incident light] becomes small, it does not have small deer strange straw. For this reason, change of the color of the transmitted light to perpendicular incident light and slanting incident light is small.

[0033] On the other hand, if the liquid crystal molecule is carrying out orientation aslant in one direction as shown in drawing 3 (c), to Δn of perpendicular incident light, Δn [as opposed to slanting incident light in parallel] becomes very small in the direction of orientation of a liquid crystal molecule, Δn to the incident light of slant perpendicular to the direction of orientation of a liquid crystal molecule will become very large, and Δn will change with the directions of incident light a lot. For this reason, the color of the transmitted light changes with the directions of incident light a lot.

[0034] The modification of the liquid crystal display by this operation gestalt is shown in drawing 4 . In the liquid crystal display shown in drawing 1 , although the liquid crystal layer 20 was homogeneous orientation almost parallel to the field of the TFT substrate 10 or the opposite substrate 16, at drawing 4 , the liquid crystal layer 20 serves as a homeotropic orientation almost perpendicular to the field of the TFT substrate 10 or the opposite substrate 16. In the condition that the electrical potential difference is not impressed, although the liquid crystal molecule is carrying out orientation perpendicularly and differs from the orientation condition (drawing 2 (a)) of the liquid crystal display of drawing 1 , the polarization shaft of the transmitted light is not rotated.

[0035] In the condition that the electrical potential difference was impressed, the liquid crystal molecule which was carrying out orientation perpendicularly carries out orientation to a radial along with the line of electric force of a radial which goes to the 2nd electrode layer 18 from the 1st electrode layer 12, and will be in an equivalent orientation condition at drawing 2 (b). Therefore, the incident light from a lower part is penetrated up like the case of the liquid crystal display of drawing 1 . If the liquid crystal molecule is carrying out orientation perpendicularly like drawing 4 , it will be easy to change into the orientation condition shown in drawing 2 (b) orientation. Therefore, while low driver voltage can also drive liquid crystal, drive control can be carried out at a high speed.

[0036] In addition, it is good even if opposite in the TFT substrate and opposite substrate of this operation gestalt which were mentioned above. That is, an insulating layer and an electrode layer as shown in an opposite substrate at the lower part of drawing 1 R> 1 are prepared, and you may make it prepare an electrode layer as shown in a TFT substrate in the upper part of drawing 1 . Thus, according to this operation gestalt, the approach by the switching (IPS) within a field and the large angle of visibility more than equivalent can be obtained by impressing an electrical potential difference using the drive electrode formed in the TFT substrate and the opposite substrate. The liquid crystal display of a high definition can be realized on a wide-field-of-view square, without taking into consideration a short circuit inter-electrode [adjoining], since the drive electrode is formed on a different substrate. Moreover, according to this operation gestalt, also to the incident light from all directions, since it is an equivalent angle-of-visibility property, the liquid crystal display of a wide-field-of-view angle without vertical and horizontal direction dependency is realizable.

[0037] When the angle-of-visibility range of contrast 10 was measured using the liquid crystal display of this operation gestalt, the angle of visibility of 80 four directions was obtained, and, as for front contrast, 80 or more were obtained. Compared with the angle of visibility of the usual TN liquid crystal display being 60 degrees **40 right and left, upper 20 degree, and the bottom at most, and the angles of visibility of the liquid crystal display using the orientation division approach being **70 right and left and **60 upper and lower sides, the angle-of-visibility property which was very excellent was acquired.

[0038] The liquid crystal display by the 2nd operation gestalt of [2nd operation gestalt] this invention is explained using drawing 5 and drawing 6 . The perspective view and drawing 6 which show the liquid

crystal display according [drawing 5 R> 5] to this operation gestalt are the perspective view showing the modification of the liquid crystal display by this operation gestalt. the sign same to the same component as the operation gestalt shown in drawing 1 thru/or drawing 4 -- giving -- explanation -- an abbreviation -- or it is made simple.

[0039] As this operation gestalt is shown in drawing 5 , the configuration of the 2nd electrode layer 18 formed in the opposite substrate 16 differs from the 1st operation gestalt. With the 1st operation gestalt, although the 2nd electrode layer 18 was the square-ring configuration where the rim of the pixel field of the opposite substrate 16 was met, it forms the 2nd electrode layers 18a and 18b only in the rim which a pixel field counters in this operation gestalt. Other configurations are the same as that of the 1st operation gestalt shown in drawing 1 .

[0040] The driver voltage by the drive power source 22 is impressed between the 1st electrode layer 12 formed in the TFT substrate 10, and the 2nd electrode layers 18a and 18b. Actuation of the liquid crystal display of such a configuration is explained. The orientation condition of the liquid crystal molecule of the liquid crystal layer 20 in case the electrical potential difference is not impressed between the 1st electrode layer 12, 2nd electrode layer 18a, and 18b is the same as the 1st operation gestalt. The incident light from the lower part of the TFT substrate 10 is shaded with an upper polarizing plate.

[0041] Although it will be in the 1st operation gestalt and the orientation condition of the same liquid crystal molecule in the longitudinal direction which crosses the 2nd electrode layers 18a and 18b of a pixel field when an electrical potential difference is impressed between the 1st electrode layer 12, 2nd electrode layer 18a, and 18b, the orientation condition of a liquid crystal molecule like the 1st operation gestalt does not become in the vertical direction which intersected perpendicularly with the longitudinal direction which crosses the 2nd electrode layers 18a and 18b. Therefore, division of the vertical direction serves as an ununiformity compared with the 1st operation gestalt.

[0042] The modification of the liquid crystal display by this operation gestalt is shown in drawing 6 . In the liquid crystal display shown in drawing 5 , although the liquid crystal layer 20 was homogeneous orientation almost parallel to the field of the TFT substrate 10 or the opposite substrate 16, at drawing 6 , the liquid crystal layer 20 serves as a homeotropic orientation almost perpendicular to the field of the TFT substrate 10 or the opposite substrate 16. Thus, according to this operation gestalt, the approach by the switching (IPS) within a field and the large angle of visibility more than equivalent can be obtained by impressing an electrical potential difference using the drive electrode formed in the TFT substrate and the opposite substrate. The liquid crystal display of a high definition can be realized on a wide-field-of-view square, without taking into consideration a short circuit inter-electrode [adjoining], since the drive electrode is formed on a different substrate. Moreover, according to this operation gestalt, since what is necessary is to prepare the 2nd electrode layer only in the rim which a pixel field counters, it can manufacture easily.

[0043] When the angle-of-visibility range of contrast 10 was measured using the liquid crystal display of this operation gestalt, the wide-field-of-view angle of 75 right and left and 70 upper and lower sides was acquired.

The liquid crystal display by the 3rd operation gestalt of [3rd operation gestalt] this invention is explained using drawing 7 and drawing 8 . The perspective view and drawing 8 which show the liquid crystal display according [drawing 7] to this operation gestalt are the perspective view showing the modification of the liquid crystal display by this operation gestalt. the sign same to the same component as the operation gestalt shown in drawing 1 thru/or drawing 6 -- giving -- explanation -- an abbreviation -- or it is made simple.

[0044] As this operation gestalt is shown in drawing 7 , the configuration of the 1st electrode layer 12 formed in the TFT substrate 10 differs from the 1st operation gestalt. With the 1st operation gestalt, although the 1st electrode layer 12 was formed in the bottom of the insulating layer 14 of the TFT substrate 16 and it had exposed from opening of an insulating layer 14, in this operation gestalt, only the 1st electrode layer 12 which met the line which travels through the center of a pixel field is formed, without forming an insulating layer. Other configurations are the same as that of the 1st operation gestalt shown in drawing 1 .

[0045] The driver voltage by the drive power source 22 is impressed between the 1st electrode layer 12 formed in the TFT substrate 10, and the 2nd electrode layer 18. Actuation of the liquid crystal display of such a configuration is explained. The orientation condition of the liquid crystal molecule of the liquid crystal layer 20 in case the electrical potential difference is not impressed between the 1st electrode layer 12 and the 2nd electrode layer 18 is the same as the 1st operation gestalt. The incident light from the lower part of the TFT substrate 10 is shaded with an upper polarizing plate.

[0046] Although it will be in the 1st operation gestalt and the orientation condition of the same liquid crystal molecule in the longitudinal direction which crosses the 1st electrode layer 12 of a pixel field when an

electrical potential difference is impressed between the 1st electrode layer 12 and the 2nd electrode layer 18, the orientation condition of a liquid crystal molecule like the 1st operation gestalt does not become in the vertical direction which intersected perpendicularly with the longitudinal direction which crosses the 1st electrode layer 12. Therefore, division of the vertical direction serves as an ununiformity compared with the 1st operation gestalt.

[0047] The modification of the liquid crystal display by this operation gestalt is shown in drawing 8. In the liquid crystal display shown in drawing 7, although the liquid crystal layer 20 was homogeneous orientation almost parallel to the field of the TFT substrate 10 or the opposite substrate 16, at drawing 8, the liquid crystal layer 20 serves as a homeotropic orientation almost perpendicular to the field of the TFT substrate 10 or the opposite substrate 16. Thus, according to this operation gestalt, the approach by the switching (IPS) within a field and the large angle of visibility more than equivalent can be obtained by impressing an electrical potential difference using the drive electrode formed in the TFT substrate and the opposite substrate. The liquid crystal display of a high definition can be realized on a wide-field-of-view square, without taking into consideration a short circuit inter-electrode [adjoining], since the drive electrode is formed on a different substrate. Moreover, according to this operation gestalt, since it is not necessary to form an insulating layer, it can manufacture easily.

[0048] When the angle-of-visibility range of contrast 10 was measured using the liquid crystal display of this operation gestalt, the wide-field-of-view angle of 70 right and left and 65 upper and lower sides was acquired.

The liquid crystal display by the 4th operation gestalt of [4th operation gestalt] this invention is explained using drawing 9 thru/or drawing 13. The graph and drawing 13 $R > 3$ which show the angle-of-visibility property of the color liquid crystal display according [the perspective view showing the color liquid crystal display with which the perspective view, drawing 10 $R > 0$, and drawing 11 which show the basic structure of the liquid crystal display according / drawing 9 / to this operation gestalt used the basic structure of drawing 9 and a top view, and drawing 12] to this operation gestalt are a graph which shows the angle-of-visibility property of the conventional TN mold color liquid crystal display. the sign same to the same component as the operation gestalt shown in drawing 1 thru/or drawing 4 -- giving -- explanation -- an abbreviation -- or it is made simple.

[0049] As this operation gestalt is shown in drawing 9, the configuration of the 2nd electrode layer 18 formed in the configuration and the opposite substrate 16 of the 1st electrode layer 12 formed in the TFT substrate 10 differs from the 1st operation gestalt. With the 1st operation gestalt, although the 1st electrode layer 12 was formed in the bottom of the insulating layer 14 of the TFT substrate 16 and it had exposed from opening of an insulating layer 14, in this operation gestalt, only the 1st electrode layer 12 which met the line which travels through the center of a pixel field is formed, without forming an insulating layer. Moreover, with the 1st operation gestalt, although the 2nd electrode layer 18 was the square-ring configuration where the rim of the pixel field of the opposite substrate 16 was met, it forms the 2nd electrode layers 18a and 18b only in the rim which a pixel field counters in this operation gestalt. Other configurations are the same as that of the 1st operation gestalt shown in drawing 1.

[0050] The driver voltage by the drive power source 22 is impressed between the 1st electrode layer 12 formed in the TFT substrate 10, and the 2nd electrode layers 18a and 18b. Actuation of the liquid crystal display of such a configuration is explained. The orientation condition of the liquid crystal molecule of the liquid crystal layer 20 in case the electrical potential difference is not impressed between the 1st electrode layer 12, 2nd electrode layer 18a, and 18b is the same as the 1st operation gestalt. The incident light from the lower part of the TFT substrate 10 is shaded with an upper polarizing plate.

[0051] Although it will be in the 1st operation gestalt and the orientation condition of the same liquid crystal molecule in the longitudinal direction which crosses the 2nd electrode layers 18a and 18b of a pixel field when an electrical potential difference is impressed between the 1st electrode layer 12, 2nd electrode layer 18a, and 18b, the orientation condition of a liquid crystal molecule like the 1st operation gestalt does not become in the vertical direction which intersected perpendicularly with the longitudinal direction which crosses the 2nd electrode layers 18a and 18b. Therefore, division of the vertical direction serves as an ununiformity compared with the 1st operation gestalt.

[0052] In addition, although not illustrated, the liquid crystal layer 20 of the liquid crystal display by this operation gestalt may be a homeotropic orientation almost perpendicular to the field of the TFT substrate 10 or the opposite substrate 16. Thus, according to this operation gestalt, the approach by the switching (IPS) within a field and the large angle of visibility more than equivalent can be obtained by impressing an electrical potential difference using the drive electrode formed in the TFT substrate and the opposite

substrate. The liquid crystal display of a high definition can be realized on a wide-field-of-view square, without taking into consideration a short circuit inter-electrode [adjoining], since the drive electrode is formed on a different substrate. Moreover, according to this operation gestalt, that what is necessary is to prepare the 2nd electrode layer only in the rim which a pixel field counters, since it is not necessary to form an insulating layer, it can manufacture easily.

[0053] When the angle-of-visibility range of contrast 10 was measured using the liquid crystal display of this operation gestalt, the wide-field-of-view angle of 70 right and left or more and 70 upper and lower sides or more was acquired. To a degree The constituted color liquid crystal display using the basic structure shown in drawing 9 is explained using drawing 10 and drawing 11 . In this color liquid crystal display, the TFT substrate and opposite substrate in basic structure of this operation gestalt mentioned above are used on the contrary.

[0054] The 1-pixel field 30 is divided into three fields, red pixel field 30R, green pixel field 30G, and blue pixel field 30B, in the color liquid crystal display. The TFT components 34R, 34G, and 34B are formed in each pixel fields 30R, 30G, and 30B at the TFT substrate 32 located in the drawing 10 bottom. Common connection of the gate of the TFT components 34R, 34G, and 34B is made by the gate bus line 36.

[0055] The electrode layers 40R, 40G, and 40B of the structure corresponding to the 2nd electrode layers 18a and 18b of drawing 9 are formed in the source of the TFT components 34R, 34G, and 34B. The electrode layers 40R, 40G, and 40B are formed of ITO, and are having comb mold electrode structure of having four electrode fingers. The electrode layers 44R, 44G, and 44B of the structure corresponding to the 1st electrode layer 12 of drawing 9 are formed in the opposite substrate 42 located in the drawing 10 bottom. Each electrode layers 44R, 44G, and 44B consist of three electrode fingers, respectively. The electrode finger of each electrode layers 44R, 44G, and 44B is located between the electrode fingers of the electrode layers 40R, 40G, and 40B of a comb mold, as shown in drawing 11 .

[0056] Liquid crystal 46 is enclosed between the TFT substrate 32 and the opposite substrate 42. As liquid crystal 46, the positive type liquid crystal (part number: ZLI-4792) by Merck Co. is used. The width of face of the electrode finger of about 7 micrometers and the electrode layers 44R, 44G, and 44B of the width of face of the electrode finger of the electrode layers 40R, 40G, and 40B of a comb mold is about 7 micrometers, and spacing between the electrode finger of the electrode layers 40R, 40G, and 40B of a comb mold and the electrode finger of the electrode layers 44R, 44G, and 44B is about 8 micrometers.

[0057] The angle-of-visibility property of the color liquid crystal display by this operation gestalt is shown in the graph of drawing 12 . The angle-of-visibility property of TN mold color liquid crystal display of the former for the comparison with drawing 13 is shown. If drawing 12 is compared with drawing 13 , it turns out that the angle-of-visibility property is improved conventionally so that clearly. Especially, the angle of visibility of a longitudinal direction and the vertical direction is improved sharply.

The liquid crystal display by the 5th operation gestalt of [5th operation gestalt] this invention is explained using drawing 14 and drawing 15 . The perspective view and drawing 15 which show the liquid crystal display according [drawing 14] to this operation gestalt are an explanatory view explaining actuation of the liquid crystal display by this operation gestalt. the sign same to the same component as the 4th operation gestalt shown in drawing 9 thru/or drawing 13 -- giving -- explanation -- an abbreviation -- or it is made simple.

[0058] The 3rd electrode layer 24 is formed among the 2nd electrode layers 18a and 18b of the opposite substrate 16 which shows this operation gestalt to the upper part of drawing 14 in addition to the configuration of the 4th operation gestalt. The 3rd electrode layer 24 is connected with the 1st electrode layer 12 on the TFT substrate 10. The driver voltage by the drive power source 22 is impressed between the 1st electrode layer 12 and the 3rd electrode layer 24, and the 2nd electrode layers 18a and 18b. Other configurations are the same as that of the 4th operation gestalt shown in drawing 9 thru/or drawing 13 .

[0059] Actuation of the liquid crystal display of such a configuration is explained. When an electrical potential difference is impressed between the 1st electrode layer 12 and the 2nd electrode layer 18 in the case of the liquid crystal equipment of the 4th operation gestalt, as shown in drawing 15 (a), the liquid crystal molecule of the liquid crystal layer 20 carries out orientation, and becomes perpendicular [the liquid crystal molecule of the central field between the 2nd electrode layers 18a and 18b], and the permeability of this part decreases.

[0060] The 3rd electrode layer 24 of this operation gestalt is used in order to prevent that a liquid crystal molecule becomes perpendicular in a central field, and permeability falls. When the 3rd electrode layer 24 of opposite substrate 16 center becomes the 1st electrode layer 12 and same electric potential, as shown in drawing 15 (b), the electric field from the 3rd electrode layer 24 to the 2nd electrode layers 18a and 18b

arise, and a liquid crystal molecule carries out orientation in accordance with the electric field. Therefore, a liquid crystal molecule becomes less perpendicular and the field where permeability becomes small is lost. [0061] Thus, according to this operation gestalt, the panel permeability of a liquid crystal display can be improved. The panel permeability in bright state increased the liquid crystal display of this operation gestalt by about 10%.

The liquid crystal display by the 6th operation gestalt of [6th operation gestalt] this invention is explained using drawing 16. Drawing 16 is the perspective view showing the liquid crystal display by this operation gestalt. the sign same to the same component as the 1st operation gestalt shown in drawing 1 thru/or drawing 4 -- giving -- explanation -- an abbreviation -- or it is made simple.

[0062] The 3rd electrode layer 24 is formed in the interior surrounded in the 2nd electrode layer 18 of the opposite substrate 16 which shows this operation gestalt to the upper part of drawing 16 in addition to the configuration of the 1st operation gestalt. The 3rd electrode layer 24 is connected with the 1st electrode layer 12 on the TFT substrate 10. The driver voltage by the drive power source 22 is impressed between the 1st electrode layer 12 and the 3rd electrode layer 24, and the 2nd electrode layer 18. Other configurations are the same as that of the 1st operation gestalt to drawing 1 thru/or drawing 4.

[0063] Actuation of the liquid crystal display of such a configuration is explained. When an electrical potential difference is impressed between the 1st electrode layer 12 and the 2nd electrode layer 18 in the case of the liquid crystal display of the 1st operation gestalt, as shown in drawing 15 (a), the liquid crystal molecule of the liquid crystal layer 20 carries out orientation, and becomes perpendicular [the liquid crystal molecule of the field in ring-like 2nd electrode layer 18a and 18b], and the permeability of this part decreases.

[0064] With this operation gestalt, since the 3rd electrode layer 24 was formed in the opposite substrate 16 center, the electric field from the 3rd electrode layer 24 to the 2nd electrode layers 18a and 18b arise, and a liquid crystal molecule carries out orientation in accordance with the electric field. Therefore, a liquid crystal molecule becomes less perpendicular and the field where permeability becomes small is lost. Thus, according to this operation gestalt, the panel permeability of a liquid crystal display can be improved.

[0065] The liquid crystal display by the 7th operation gestalt of [7th operation gestalt] this invention is explained using drawing 17 thru/or drawing 21. The top view of the liquid crystal display according [drawing 17] to this operation gestalt, the explanatory view in which drawing 18 explains actuation of the liquid crystal display by this operation gestalt, the graph which shows the angle-of-visibility property of the liquid crystal display according [drawing 19] to this operation gestalt, the graph with which drawing 20 shows the relation between the thickness of a liquid crystal layer and driver voltage, and drawing 21 are the top views showing the modification of the liquid crystal display of drawing 17.

[0066] Drawing 17 shows the pixel field 50 for 1 pixel of a liquid crystal display. For example, the TFT component 52 is formed in the glass TFT substrate (not shown) of 1.1mm thickness. Common connection of the gate of the TFT component 52 is made by the gate bus line 54, and common connection of the drain is made by the drain bus line 56. The pixel electrode layer 58 equivalent to the 1st electrode layer is formed in the source of the TFT component 52. The pixel electrode layer 58 is formed of ITO or a metal membrane, and is formed along with the diagonal line which crosses the pixel field 50 aslant.

[0067] The counterelectrode layer 60 equivalent to the 2nd electrode layer is formed in the opposite substrate (not shown) which counters a TFT substrate. The counterelectrode layer 60 crosses the pixel field 50 aslant, and is formed along with the diagonal line which intersects the pixel electrode layer 58. The pixel field 50 sees mostly the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60 superficially in the center, and they cross. Between the TFT substrate and the opposite substrate, the pneumatic mold liquid crystal layer 62 is enclosed. As liquid crystal, low deltan (= 0.067) by Chisso Corp. and the thing of a low threshold are used.

[0068] Orientation processing which carries out orientation of the liquid crystal layer 62 is performed to the TFT substrate and the opposite substrate. As shown in drawing 18 (a), the orientation of the liquid crystal layer 62 is the orientation which turns into homogeneous orientation almost parallel to the TFT substrate 64 or the opposite substrate 66. A twist angle is made into 0 times. As orientation film, what has a comparatively low pre tilt angle (part number: AL1054:Japan Synthetic Rubber make) is used.

[0069] Between the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60, predetermined driver voltage is impressed from a drive power source (not shown). Although not illustrated, the polarizing plate of the almost same direction as the direction of orientation of the liquid crystal layer 62 is prepared in the lower part of the TFT substrate 64, and the polarizing plate which intersects perpendicularly in the direction of orientation of the liquid crystal layer 62 mostly is prepared above the opposite substrate 66.

[0070] Actuation of the liquid crystal display of such a configuration is explained using drawing 18. In the condition that the electrical potential difference is not impressed between the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60, as shown in drawing 18 (a), orientation of all the liquid crystal molecules of the liquid crystal layer 62 is carried out in parallel with the TFT substrate 64 or the opposite substrate 66. In order not to influence incident light of the birefringence of the liquid crystal layer 20 in this condition, a polarization shaft does not rotate within the liquid crystal layer 62. Therefore, the incident light from TFT substrate 64 lower part is made into the linearly polarized light with a polarizing plate, penetrates the liquid crystal layer 62 through the TFT substrate 64, and it penetrates the opposite substrate 66, without changing the polarization direction. The light which penetrated the opposite substrate 66 is shaded with the polarizing plate of the polarization direction which intersects perpendicularly.

[0071] If an electrical potential difference is impressed between the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60, the electric field of a direction which is different to four fields A, B, C, and D of the shape of a triangle divided by the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60 will be impressed. The field strength becomes so strong that it becomes close to the crossover location between the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60. Therefore, an orientation condition changes from the crossover location of the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60, and the liquid crystal layer 62 spreads to all fields gradually.

[0072] Consequently, orientation of the liquid crystal layer 62 is carried out so strongly that orientation is symmetrically carried out as a core and it becomes close to a crossover location about the crossover location of the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60, as shown in drawing 18 (b). Although it is not perfect in the triangle-like four fields A, B, C, and D, lateral electric field are mostly impressed to them, and as shown in drawing 18 (b), in each fields A, B, C, and D, orientation of the liquid crystal molecule is mostly carried out in the direction of slant.

[0073] In this condition, incident light is influenced of the birefringence of the liquid crystal layer 62, and a polarization shaft rotates it according to the direction of orientation of a liquid crystal molecule. Therefore, it considers as the linearly polarized light with a polarizing plate, a polarization shaft rotates in the liquid crystal layer 62 through the TFT substrate 64, and the incident light from TFT substrate 64 lower part penetrates a upside polarizing plate through the opposite substrate 66. In the condition that the electrical potential difference was impressed, since orientation of the liquid crystal molecule is carried out to concentric circular the core [the crossover location of the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60], if it thinks by the whole pixel, it can also penetrate the incident light from all directions, and can realize a large angle of visibility.

[0074] The angle-of-visibility property of the liquid crystal display by this operation gestalt is shown in the graph of drawing 19. According to this operation gestalt, it turns out that the large angle-of-visibility property is realized. Especially, the angle of visibility of a longitudinal direction and the vertical direction is very good. In addition, when are taken into consideration with [in the case of a color liquid crystal display] the color, and the refractive-index anisotropy of liquid crystal is set to Δn and thickness is set to d , it is desirable for $\Delta n \cdot d$ to be more than less than [abbreviation 0.5] 0.25. This point is explained using the graph of drawing 20.

[0075] When it is in the location where the pixel electrode and the counterelectrode shifted, if thickness (gap thickness) d of a liquid crystal layer becomes small, the driver voltage to a liquid crystal layer will become large. On the other hand, if a liquid crystal layer becomes thick, becoming remarkable with [from slant] a color is known. If the gap thickness d becomes thick, it will become remarkable with a color and sufficient property will not be acquired. Drawing 20 is a graph which shows thickness (gap thickness) d of a liquid crystal layer at the time of using the liquid crystal of $\Delta n = 0.067$ for a refractive-index anisotropy, and relation with driver voltage V . Hatching shows the field where it becomes remarkable with [from slant] a color.

[0076] If $\Delta n \cdot d$ is about 0.5 when Δn is [gap thickness] 7.5 micrometers in 0.067 namely, so that clearly from the graph of drawing 20, a problem with a color is avoidable. This point is explained in detail. Generally, if $\Delta n \cdot d$ becomes large, a speed of response will become slow and coloring will tend to become remarkable. Considering this point, the thing small as much as possible of $\Delta n \cdot d$ is desirable. However, if $\Delta n \cdot d$ makes it small, white brightness falls and it is not desirable that it is also too small. Although it is expectable to improve by amelioration of a liquid crystal ingredient about a speed of response from now on, since it is uniquely decided with a color by $\Delta n \cdot d$, it has the greatest permissible value.

[0077] When evaluated with [when seeing from 45 slant] the color according to the experiment of an invention-in-this-application person, it turned out that $\Delta n \cdot d$ is [0.5] threshold value mostly. namely,

deltand -- 0.2 and 0. -- when it was 3 and 0.4, there was nothing with [of a liquid crystal panel] a color, but when deltand was set to 0.5, it generated with [of a some] the color, and when deltand was set to 0.6, it was carrying out with the color clearly.

[0078] Since $\text{deltand} = 1/2\lambda$ makes it rotate 90 degrees, and outputs the linearly polarized light and it is required on the other hand when a liquid crystal molecule assumes that all were arranged in the direction 45 degrees to the shaft of a polarizing plate at the point of brightness, in an actual liquid crystal panel, the liquid crystal thickness beyond it is needed. This is because the liquid crystal molecule near the orientation film front face hardly deforms at the time of electrical-potential-difference impression but there is neither effect on polarization nor contribution.

[0079] The modification of the liquid crystal display by this operation gestalt is shown in drawing 21. Unlike the liquid crystal display shown in drawing 17, the pixel electrode layer 58 connected to the source of the TFT component 52 is formed along with the diagonal line aslant crossed toward the upper left hand corner from the lower right angle of the pixel field 50. Moreover, the counterelectrode layer 60 is formed along with the diagonal line aslant crossed toward an upper right corner from the lower left angle of the pixel field 50.

[0080] The pixel field 50 is divided into the triangle-like four fields A, B, C, and D by the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60 like the liquid crystal display of drawing 17. The same is said of actuation when an electrical potential difference is impressed. Thus, according to this operation gestalt, the approach by the switching (IPS) within a field and the large angle of visibility more than equivalent can be obtained by impressing an electrical potential difference using the pixel electrode and counterelectrode which were formed in the TFT substrate and the opposite substrate. The liquid crystal display of a high definition can be realized on a wide-field-of-view square, without taking into consideration a short circuit inter-electrode [adjoining], since the pixel electrode and the counterelectrode are formed on a different substrate. Moreover, according to this operation gestalt, also to the incident light from all directions, since it is an equivalent angle-of-visibility property, the liquid crystal display of a wide-field-of-view angle with little vertical and horizontal direction dependency is realizable.

[0081] The liquid crystal display by the 8th operation gestalt of [8th operation gestalt] this invention is explained using drawing 22 thru/or drawing 24. The top view showing the liquid crystal display according [drawing 22] to this operation gestalt, the sectional view showing the important section of the liquid crystal display according [drawing 23] to this operation gestalt, and drawing 24 are the top views showing the modification of the liquid crystal display of drawing 22. the sign same to the same component as the 7th operation gestalt shown in drawing 17 thru/or drawing 21 -- giving -- explanation -- an abbreviation -- or it is made simple.

[0082] As this operation gestalt is shown in drawing 22, the configurations of the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60 differ from the 7th operation gestalt. Other configurations are the same as that of the 7th operation gestalt shown in drawing 17 thru/or drawing 21. the pixel electrode layer 58 connected to the source of the TFT component 52 with this operation gestalt -- the rim of the pixel field 50 -- meeting -- extending -- the pixel field 50 -- it bends at a right angle in the center mostly, and the pixel field 50 is crossed. The counterelectrode layer 60 is prolonged along with the rim of the pixel field 50. The pixel field 50 is divided into two fields A and B by the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60.

[0083] If an electrical potential difference is impressed between the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60, the electric field of a direction which is different to two fields A and B of the shape of a square divided by the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60 will be impressed. The field strength becomes so strong that it becomes close to the crossover location between the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60. Therefore, an orientation condition changes from the crossover location of the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60, and the liquid crystal layer 62 spreads to all fields gradually.

[0084] Consequently, orientation of the liquid crystal layer 62 is carried out so strongly that orientation is symmetrically carried out as a core and it becomes close to a crossover location about the crossover location of the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60. Although it is not perfect in the square-like of two fields A and B, lateral electric field (to the pixel field 50, they are the electric field of the direction of slant) are mostly impressed to them, and in each fields A and B, orientation of the liquid crystal molecule is mostly carried out in the direction of slant.

[0085] Since according to this operation gestalt the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60 are parallel to the pixel field 50 and it is parallel to a gate bus line or a drain bus line, patterning can be carried out easily. Next, the electrode layer using a black matrix layer is explained using drawing 23.

[0086] Usually, a light-shielding film called a black matrix layer is prepared in the liquid crystal display. Metals, such as Cr, are used for a black matrix layer. With this operation gestalt, the electrode layer which impresses an electrical potential difference to a liquid crystal layer using the black matrix layer of this metal is formed. In the case of the color liquid crystal display, the black matrix layer 72, the ITO layer 74, the color filter layer 76, and the orientation film 78 are formed in the glass substrate 70. With this operation gestalt, as shown in drawing 23 (a), while forming the black matrix layer 72 in the pattern of an electrode layer, opening of the color filter layer 76 is carried out to the pattern of an electrode layer. If it does in this way, the black matrix layer 72 can be exposed and an electrical potential difference can be impressed to the liquid crystal layer 80.

[0087] Moreover, as shown in drawing 23 (b), the black matrix layer 72 and the ITO layer 74 by which patterning was carried out to the configuration of an electrode layer are formed on the color filter layer 76. If it does in this way, an electrical potential difference can be impressed to the liquid crystal layer 80 by the black matrix layer 72. The modification of the liquid crystal display by this operation gestalt is shown in drawing 24. With the liquid crystal display shown in drawing 22, the pattern of the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60 is opposite. the pixel electrode layer 58 connected to the source of the TFT component 52 forms along with the left-hand side rim of the pixel field 50 -- having -- the counterelectrode layer 60 -- the rim from the left-hand side rim upper part of the pixel field 50 -- meeting -- extending -- the pixel field 50 -- it bends at a right angle in the center mostly, and the pixel field 50 is crossed.

[0088] Thus, according to this operation gestalt, the approach by the switching (IPS) within a field and the large angle of visibility more than equivalent can be obtained by impressing an electrical potential difference using the pixel electrode and counterelectrode which were formed in the TFT substrate and the opposite substrate. The liquid crystal display of a high definition can be realized on a wide-field-of-view square, without taking into consideration a short circuit inter-electrode [adjoining], since the pixel electrode and the counterelectrode are formed on a different substrate. Moreover, according to this operation gestalt, since the pattern of an electrode layer is parallel to a gate bus line or a drain bus line along with the rim of the pixel field 50, it can manufacture easily. Furthermore, since an electrode layer can be formed using a black matrix layer, a routing counter is not made to increase.

[0089] In addition, about the concrete pattern of an electrode, various configurations where relation with the pixel which is not limited to the configuration of this operation gestalt, and wires and adjoins etc. was taken into consideration are possible.

The liquid crystal display by the 9th operation gestalt of [9th operation gestalt] this invention is explained using drawing 25 thru/or drawing 27. The top view showing the liquid crystal display according [drawing 25] to this operation gestalt, the explanatory view in which drawing 26 explains actuation of the liquid crystal display by this operation gestalt, and drawing 27 are the top views showing the modification of the liquid crystal display of drawing 25. the sign same to the same component as the 7th operation gestalt shown in drawing 17 thru/or drawing 21 -- giving -- explanation -- an abbreviation -- or it is made simple.

[0090] This operation gestalt differs in the configurations of the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60 from the 7th operation gestalt. Other configurations are the same as that of the 7th operation gestalt shown in drawing 17 thru/or drawing 21. With this operation gestalt, as shown in drawing 25, the pixel electrode layer 58 connected to the source of the TFT component 52 is crooked, and is carrying out sideways V typeface configuration so that the pixel field 50 may be crossed aslant. The counterelectrode layer 60 is also crooked and is carrying out sideways V typeface configuration so that the pixel field 50 may be crossed aslant. The pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60 cross by two in the pixel field 50. The pixel field 50 is divided into seven fields A, B, C, D, E, F, and G by the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60.

[0091] If an electrical potential difference is impressed between the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60, the electric field of a direction which is different to seven fields A, B, C, D, E, F, and G divided by the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60 will be impressed. The field strength becomes so strong that it becomes close to the crossover location between the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60. Therefore, an orientation condition changes from the crossover location of the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60, and the liquid crystal layer 62 spreads to all fields gradually.

[0092] Consequently, orientation of the liquid crystal layer 62 is carried out so strongly that orientation is symmetrically carried out as a core and it becomes close to a crossover location about two crossover locations, the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60. Although it is not perfect in seven fields A, B, C, D, E, F, and G, lateral electric field are mostly impressed to them, and orientation of the

liquid crystal molecule is mostly carried out to a longitudinal direction. In the liquid crystal display of this operation gestalt, since it will become long if the distance between the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60 becomes far from a crossover location, the electric field of sufficient reinforcement for a liquid crystal layer are not impressed, but there is a possibility that orientation may not be carried out to a longitudinal direction.

[0093] The graph of drawing 26 shows relation with the driver voltage V required in order to carry out orientation of the maximum distance d and liquid crystal between the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60. When maximum distance d becomes large, the big driver voltage V is needed. Since the die length of the rim of the usual pixel field 50 is about 50 micrometers, maximum distance d is about 50 micrometers, and is known by that it can drive by driver voltage about 5v or less from the graph of drawing 26.

[0094] The modification of the liquid crystal display by this operation gestalt is shown in drawing 27. With the liquid crystal display shown in drawing 25, the pattern of the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60 is opposite. The pixel electrode layer 58 connected to the source of the TFT component 52 is carrying out the sideways mold [of V characters]-like configuration, after being prolonged as bottom ***** of the pixel field 50. The counterelectrode layer 60 is considering the V character mold configuration of the opposite sense as the pixel electrode 50.

[0095] Thus, according to this operation gestalt, the approach by the switching (IPS) within a field and the large angle of visibility more than equivalent can be obtained by impressing an electrical potential difference using the pixel electrode and counterelectrode which were formed in the TFT substrate and the opposite substrate. The liquid crystal display of a high definition can be realized on a wide-field-of-view square, without taking into consideration a short circuit inter-electrode [adjoining], since the pixel electrode and the counterelectrode are formed on a different substrate. Moreover, since the liquid crystal layer in one pixel field is finely divided into six fields according to this operation gestalt, a uniform wide-field-of-view angle is realizable to a direction.

[0096] In addition, about the concrete pattern of an electrode, various configurations where relation with the pixel which is not limited to the configuration of this operation gestalt, and wires and adjoins etc. was taken into consideration are possible.

The liquid crystal display by the 10th operation gestalt of [10th operation gestalt] this invention is explained using drawing 28 and drawing 29. The top view showing the liquid crystal display according [drawing 28] to this operation gestalt and drawing 29 are the top views showing the modification of the liquid crystal display of drawing 28. the sign same to the same component as the 7th operation gestalt shown in drawing 17 thru/or drawing 21 -- giving -- explanation -- an abbreviation -- or it is made simple.

[0097] This operation gestalt differs in the configurations of the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60 from the 7th operation gestalt. Other configurations are the same as that of the 7th operation gestalt shown in drawing 17 thru/or drawing 21. As shown in drawing 28, with this operation gestalt, the pixel electrode layer 58 connected to the source of the TFT component 52 is prolonged along with the left-hand side rim of the pixel field 50, and is carrying out a L character mold configuration of the pixel field 50 which is mostly bent by the right angle in the center and crosses the pixel field 50 with it. The counterelectrode layer 60 is prolonged along with the top rim of the pixel field 50, and is carrying out a L character mold configuration of the pixel field 50 which is mostly bent by the right angle in the center and crosses the pixel field 50 to a lengthwise direction. the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60 -- the pixel field 50 -- it crosses in the center mostly. The pixel field 50 is divided into the square-like four fields A, B, C, and D by the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60.

[0098] If an electrical potential difference is impressed between the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60, the electric field of a direction which is different to four fields A, B, C, and D divided by the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60 will be impressed. The field strength becomes so strong that it becomes close to the crossover location between the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60. Therefore, an orientation condition changes from the crossover location of the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60, and the liquid crystal layer 62 spreads to all fields gradually.

[0099] Consequently, orientation of the liquid crystal layer 62 is carried out so strongly that orientation is symmetrically carried out as a core and it becomes close to a crossover location about two crossover locations, the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60. Although it is not perfect in six fields A, B, C, and D, lateral electric field are mostly impressed to them, and orientation of the liquid crystal molecule is mostly carried out to a longitudinal direction. The modification of the liquid crystal display by

this operation gestalt is shown in drawing 29 . With the liquid crystal display shown in drawing 28 , the pattern of the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60 is opposite. The pixel electrode layer 58 is prolonged along with the bottom rim of the pixel field 50, and is carrying out a L character mold configuration of the pixel field 50 which is mostly bent by the right angle in the center and crosses the pixel field 50 to a lengthwise direction. The counterelectrode layer 60 is prolonged along with the left-hand side rim of the pixel field 50, and is carrying out a L character mold configuration of the pixel field 50 which is mostly bent by the right angle in the center and crosses the pixel field 50. the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60 -- the pixel field 50 -- it crosses in the center mostly. The pixel field 50 is divided into the square-like four fields A, B, C, and D by the pixel electrode layer 58 and the counterelectrode layer 60.

[0100] Thus, according to this operation gestalt, the approach by the switching (IPS) within a field and the large angle of visibility more than equivalent can be obtained by impressing an electrical potential difference using the pixel electrode and counterelectrode which were formed in the TFT substrate and the opposite substrate. The liquid crystal display of a high definition can be realized on a wide-field-of-view square, without taking into consideration a short circuit inter-electrode [adjoining], since the pixel electrode and the counterelectrode are formed on a different substrate. Moreover, according to this operation gestalt, the pattern of an electrode layer is connected to a gate bus line, a drain bus line, and parallel along with the rim of a pixel field, and it can manufacture, without reducing a numerical aperture.

[0101] The liquid crystal display by the 11th operation gestalt of [11th operation gestalt] this invention is explained using drawing 30 thru/or drawing 33 . An explanatory view for the top view showing the TFT substrate and opposite substrate of a liquid crystal display according [drawing 30] to this operation gestalt, the top view showing the liquid crystal display according [drawing 31] to this operation gestalt and a sectional view, and drawing 32 to explain actuation of the liquid crystal display by this operation gestalt and drawing 33 are graphs which show the angle-of-visibility property of the liquid crystal display by this operation gestalt.

[0102] You may make it add the characteristic configuration of this operation gestalt with this operation gestalt by making into basic structure the liquid crystal display by other operation gestalten which mentioned above the liquid crystal display by the 3rd operation gestalt mentioned above although the configuration characteristic as basic structure was added. Drawing 30 and drawing 31 show the panel structure of the pixel field 100 for 1 pixel of the liquid crystal display of this operation gestalt. The configuration of a pixel electrode layer and a counterelectrode layer is the same as that of the 3rd operation gestalt mentioned above.

[0103] The TFT component 102 is formed in the TFT substrate 114 shown in drawing 30 (a). Common connection of the gate of the TFT component 102 is made by the gate bus line 104, and common connection of the drain is made by the drain bus line 106. The pixel electrode layer 108 equivalent to the 1st electrode layer is formed in the source of the TFT component 102. The pixel electrode layer 108 is formed of ITO, and is formed along with the line which crosses the center of the pixel field 100 to a lengthwise direction.

[0104] The counterelectrode layer 110 equivalent to the 2nd electrode layer is formed in the opposite substrate 116 which is shown in drawing 30 (b) and which counters a TFT substrate. The counterelectrode layer 110 is carrying out the square-ring configuration along with the rim of the pixel field 50. The liquid crystal layer 112 is enclosed between the TFT substrate 114 and the opposite substrate 116. Although orientation processing is performed to a front face in order to carry out orientation of the liquid crystal layer 112 to the TFT substrate 114 and the opposite substrate 116, with this operation gestalt, the description is in the point of having performed orientation processing of a different pre tilt angle in the pixel field 100.

[0105] Orientation processing is performed to the TFT substrate 114 in the direction of [from the pixel field 100 bottom] a top. The lateral parting line is dividing into further two the pixel field 100 made length by 2 ****s of the pixel electrode layers 108. Orientation processing of the pre tilt angle α_1 of the fields A and B of the pixel field 100 top was performed, and orientation processing of the smaller pre tilt angle α_2 ($<\alpha_1$) has been performed for the lower fields C and D.

[0106] Orientation processing is performed in the direction of [from the pixel field 100 bottom] a top, and 2 ****s of the pixel fields 100 are made the opposite substrate 116 as well as the TFT substrate 114 by the lateral parting line. In the opposite substrate 116, conversely [the TFT substrate 114], orientation processing of the pre tilt angle α_2 ($<\alpha_1$) was performed to the upper fields A and B, and orientation processing of the pre tilt angle α_1 has been performed to the lower fields C and D.

[0107] For this reason, in the fields A, B, C, and D in which the pixel field 100 was quadrisedected, the pre tilt angle by the side of the TFT substrate 114 will differ from the pre tilt angle by the side of the opposite

substrate 116. In Fields A and B, the direction of the TFT substrate 114 has a large pre tilt angle, and the pre tilt angle by the side of the opposite substrate 116 becomes large in Fields C and D. In the condition that driver voltage is not impressed to the pixel electrode layer 108 and the counterelectrode layer 110, in all the fields of the pixel field 100, the liquid crystal molecule is carrying out orientation to the longitudinal direction mostly, and will be in a dark condition.

[0108] However, orientation is carried out so that it may start to hard flow slightly by bordering on the core of the pixel field 100 mostly in four fields A, B, C, and D by difference of the direction of orientation and a pre tilt angle, as shown in drawing 32 (a). That is, in Fields A and B, orientation processing of the direction of [from the bottom] a top is performed, and since the pre tilt angle by the side of the TFT substrate 114 is large, orientation is carried out so that the bottom may be raised slightly. In Fields C and D, orientation processing of the direction of [from the bottom] a top is performed, and since the pre tilt angle by the side of the TFT substrate 114 is small, orientation is carried out so that it may be slightly raised to the down side.

[0109] If driver voltage is impressed to the pixel electrode layer 108 and the counterelectrode layer 110, as shown in drawing 32 (b), the liquid crystal molecule of the liquid crystal layer 112 will carry out orientation to a radial mostly in four fields A, B, C, and D by difference of the electric field by driver voltage and a pre tilt angle, as shown in drawing 31. The arrow head shows the direction of change when driver voltage is impressed by drawing 31 and drawing 32 (b).

[0110] Thus, according to this operation gestalt, the approach by the switching (IPS) within a field and the large angle of visibility more than equivalent can be obtained by impressing an electrical potential difference using the pixel electrode and counterelectrode which were formed in the TFT substrate and the opposite substrate. The liquid crystal display of a high definition can be realized on a wide-field-of-view square, without taking into consideration a short circuit inter-electrode [adjoining], since the pixel electrode and the counterelectrode are formed on a different substrate. Moreover, according to this operation gestalt, by devising the direction and pre tilt angle of orientation processing, a pixel field can be further divided into the field to which the directions of orientation at the time of electrical-potential-difference impression differ, and a uniform wide-field-of-view angle can be realized to all directions.

[0111] The angle-of-visibility property of the liquid crystal display by this operation gestalt is shown in the graph of drawing 33. According to this operation gestalt, it turns out that the large angle-of-visibility property is realized. Especially, the angle of visibility of a longitudinal direction and the vertical direction is very good. Moreover, according to this operation gestalt, since it becomes the display by four sorts of domains, vision change of a chromaticity is also very small.

The liquid crystal display by the 12th operation gestalt of [12th operation gestalt] this invention is explained using drawing 34 and drawing 35. The top view and drawing 35 which show the TFT substrate and opposite substrate of a liquid crystal display according [drawing 34] to this operation gestalt are the top view and sectional view showing the liquid crystal display by this operation gestalt. the sign same to the same component as the 11th operation gestalt shown in drawing 30 thru/or drawing 31 -- giving -- explanation -- an abbreviation -- or it is made simple.

[0112] With this operation gestalt, printing of the screen resulting from are recording of a charge is prevented by preparing the field where the pixel electrode layer 108 and the counterelectrode layer 110 counter, impressing longitudinal direction electric field to the liquid crystal layer 112 by the pixel electrode layer 108 on the TFT substrate 114, and the counterelectrode layer 110 on the opposite substrate 116. As shown in drawing 34 (a), the pixel electrode layer 108 of the TFT substrate 114 is carrying out the comb mold configuration of having two electrode fingers, and makes each electrode finger thick. Orientation processing is performed to this TFT substrate 114 in the direction of [from the pixel field 100 bottom] a top. The lateral parting line is dividing into further two the pixel field 100 made length by 2 ****s of the pixel electrode layers 108. Orientation processing of the pre tilt angle α_1 was performed to the field of the pixel field 100 top, and orientation processing of the small pre tilt angle α_2 ($<\alpha_1$) has been performed by the lower field.

[0113] As shown in drawing 3434 (b), the counterelectrode layer 110 of the opposite substrate 116 makes an electrode layer thick, and is carrying out a configuration in which two window parts were formed. Orientation processing is performed in the direction of [from the pixel field 100 bottom] a top, and 2 ****s of the pixel fields 100 are made this opposite substrate 116 as well as the TFT substrate 114 by the lateral parting line. In the opposite substrate 116, conversely [the TFT substrate 114], orientation processing of the pre tilt angle α_2 ($<\alpha_1$) was performed to the upper field, and orientation processing of the pre tilt angle α_1 has been performed to the lower field.

[0114] If the TFT substrate 114 and the opposite substrate 116 are made to counter through the liquid crystal layer 112, it will become a configuration like drawing 35 and the opposite field where the pixel electrode layer 108 and the counterelectrode layer 110 counter with the non-countering field where lateral electric field are impressed to the liquid crystal layer 112 by the pixel electrode layer 108 and the counterelectrode layer 110 at the liquid crystal layer 112 will also be formed. Therefore, the charge accumulated by prolonged actuation can discharge in an opposite field, and can prevent printing of a screen.

[0115] In addition, in order to acquire a good angle-of-visibility property, the one where a non-countering field is larger than an opposite field is desirable. Thus, according to this operation gestalt, the approach by the switching (IPS) within a field and the large angle of visibility more than equivalent can be obtained by impressing an electrical potential difference using the pixel electrode and counterelectrode which were formed in the TFT substrate and the opposite substrate. The liquid crystal display of a high definition can be realized on a wide-field-of-view square, without taking into consideration a short circuit inter-electrode [adjoining], since the pixel electrode and the counterelectrode are formed on a different substrate. Moreover, according to this operation gestalt, since the opposite field was prepared, it can prevent effectively that a charge is accumulated and a screen is burned.

[0116] Not only the above-mentioned operation gestalt but various deformation is possible for [deformation implementation gestalt] this invention. For example, although the 1st electrode layer was formed in the TFT substrate side and the 2nd electrode layer was formed in the opposite substrate side with the 7th thru/or the 10th operation gestalt mentioned above, you may make it establish the both sides of the 1st electrode layer and the 2nd electrode layer in a TFT substrate or opposite substrate side through an insulator layer.

[0117]

[Example] About the color liquid crystal display of the structure shown in drawing 10 and drawing 11 , the electrical potential difference and the permeability property, and the tone reversal property that it could set at least to all directions were measured. The electrode layers 40R, 40G, and 40B of the comb mold electrode which has four electrode fingers were formed in the TFT substrate 32. The electrode layers 44R, 44G, and 44B which consist of three electrode fingers were formed in the opposite substrate 42. The electrode finger of each electrode layers 44R, 44G, and 44B was located between the electrode fingers of the electrode layers 40R, 40G, and 40B of a comb mold.

[0118] As liquid crystal 46 enclosed between the TFT substrate 32 and the opposite substrate 42, the positive type liquid crystal (part number: ZLI-4792) by Merck Co. is used, and it is slack. The width of face of the electrode finger of about 7 micrometers and the electrode layers 44R, 44G, and 44B of the width of face of the electrode finger of the electrode layers 40R, 40G, and 40B of a comb mold is about 7 micrometers, and spacing between the electrode finger of the electrode layers 40R, 40G, and 40B of a comb mold and the electrode finger of the electrode layers 44R, 44G, and 44B is about 8 micrometers. The gap between the TFT substrate 32 and the opposite substrate 42, i.e., the thickness of the liquid crystal layer 46, was set to 5 micrometers.

[0119] A measurement result is shown in drawing 36 thru/or drawing 40 . Drawing 36 R> 6 shows the electrical potential difference and permeability property, and tone reversal property in c+90 include angles of bearing. Drawing 37 c shows the electrical potential difference and permeability property, and tone reversal property in +45 include angles of bearing. Drawing 38 The electrical potential difference and permeability property, and tone reversal property of bearing are shown, drawing 39 shows the electrical potential difference and permeability property, and tone reversal property in c-45 include angles of bearing, and drawing 40 shows the electrical potential difference and permeability property, and tone reversal property in c-90 include angles of bearing. [in / in an include angle c / 0 times] The above figure (a) of these drawing 36 thru/or drawing 40 shows the relation of the applied voltage and the permeability at the time of changing the include angle b of bearing from 0 times to 70 degrees, and the following figure (b) shows the relation between the include angle b of bearing at the time of changing applied voltage so that it may become 8 gradation, and brightness.

[0120] In addition, the include angles b and c of bearing show the direction seen to the screen of a liquid crystal display. As shown in drawing 41 , the include angle b shows the include angle to the screen of a liquid crystal display. It is shown that the direction to see is the perpendicular upper part to the screen when an include angle b is 0 times, it is shown that the direction to see is a direction in alignment with the screen when an include angle b is 90 degrees, and when an include angle b is 180 degrees, it is shown that the direction to see is perpendicular from the background of the screen.

[0121] Moreover, the include angle c shows the include angle within the field of the screen of a liquid crystal display. The direction seen when an include angle c is 0 times shows that it is the direction of [from

the right] to the screen, the direction seen when c is $+90$ include angles shows that it is the direction of [from a top] to the screen, and when c is -90 include angles, the direction to see shows that it is the direction of [from the bottom] to the screen.

[0122] It turned out that the approach by the switching (IPS) within a field and the large angle of visibility more than equivalent could be obtained from the measurement result shown in drawing 36 thru/or drawing 40 , and the uniform wide-field-of-view angle has moreover been realized to all directions.

[0123]

[Effect of the Invention] In the liquid crystal display which has the liquid crystal which was enclosed between the 1st substrate and the 2nd substrate which have been arranged face to face, and the 1st substrate and the 2nd substrate according to this invention the above passage The 1st electrode which is on the 1st substrate and was formed in the predetermined location of a predetermined field, When it is on the 2nd substrate, it has the 2nd electrode formed in the location shifted to the 1st electrode of a predetermined field and an electrical potential difference is impressed to the 1st electrode and inter-electrode [2nd], a predetermined field Since it is divided into the 1st at least two field and 2nd field to which the electrical-potential-difference impression conditions over liquid crystal differ and was made for the direction of orientation of the liquid crystal of the 1st field to differ from the direction of orientation of the liquid crystal of the 2nd field The approach by the switching (IPS) within a field and the large angle of visibility more than equivalent can be obtained. The liquid crystal display of the wide-field-of-view angle which can realize the liquid crystal display of a high definition on a wide-field-of-view square, and does not have vertical and horizontal direction dependency to the incident light from all directions since it is an equivalent angle-of-visibility property can be realized without taking into consideration a short circuit inter-electrode [adjoining], since the 1st electrode and 2nd electrode are formed on a different substrate.

[Translation done.]

* NOTICES *

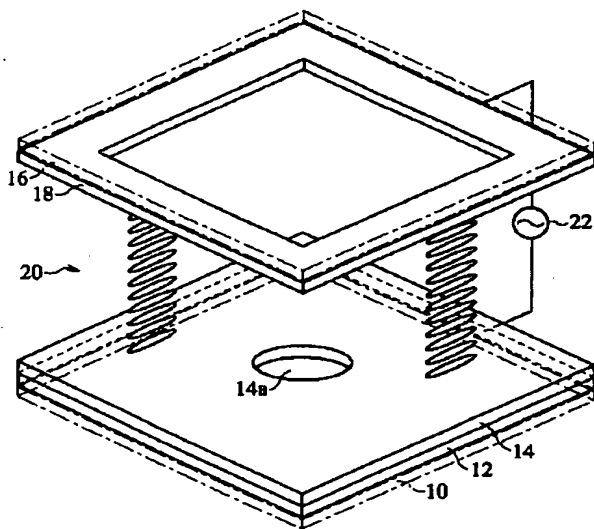
JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

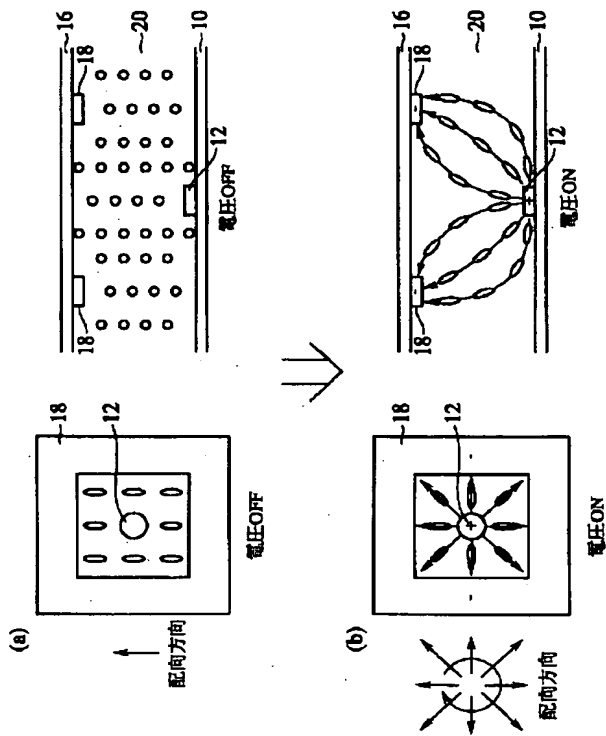
[Drawing 1]

本発明の第1実施形態による液晶表示装置を示す斜視図



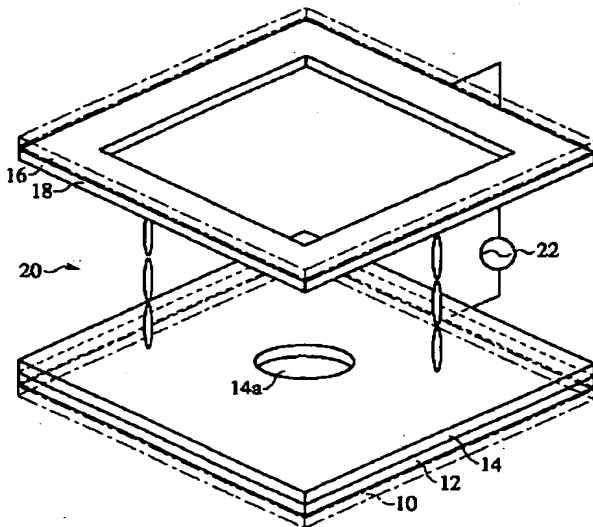
[Drawing 2]

本発明の第1実施形態による液晶表示装置の動作を説明する説明図



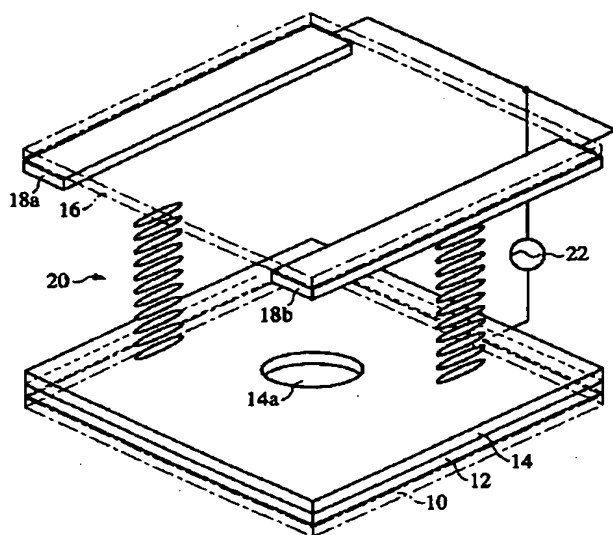
[Drawing 4]

本発明の第1実施形態による液晶表示装置の変形例を示す斜視図



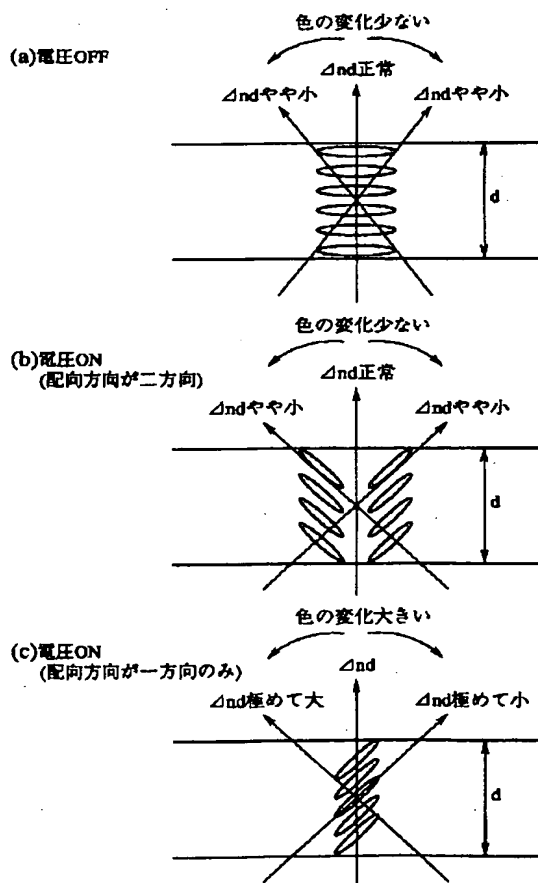
[Drawing 5]

本発明の第2実施形態による液晶表示装置を示す斜視図



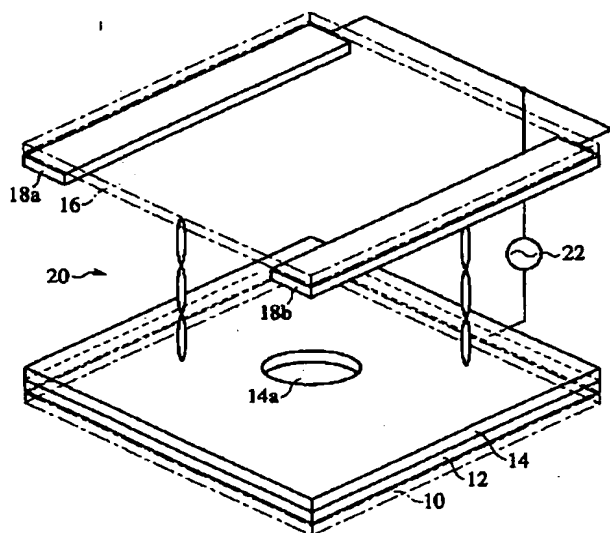
[Drawing 3]

本発明の第1実施形態による液晶表示装置の視野角を説明する説明図



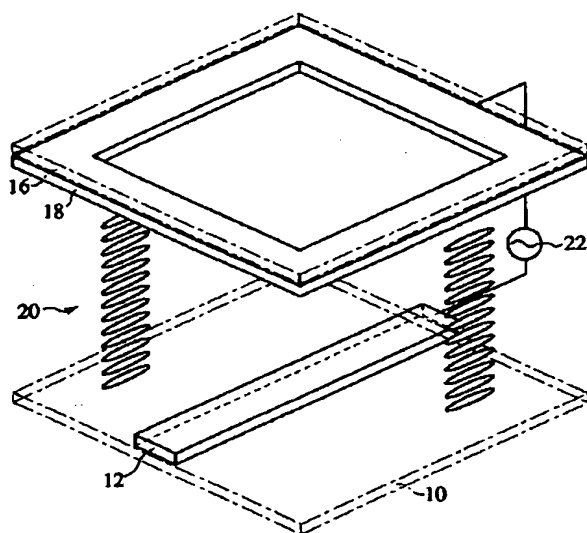
[Drawing 6]

本発明の第2実施形態による液晶表示装置の変形例
を示す斜視図



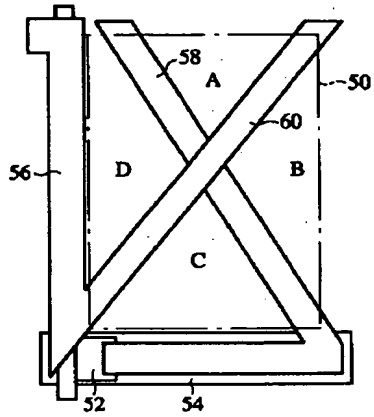
[Drawing 7]

本発明の第3実施形態による液晶表示装置を示す斜視図



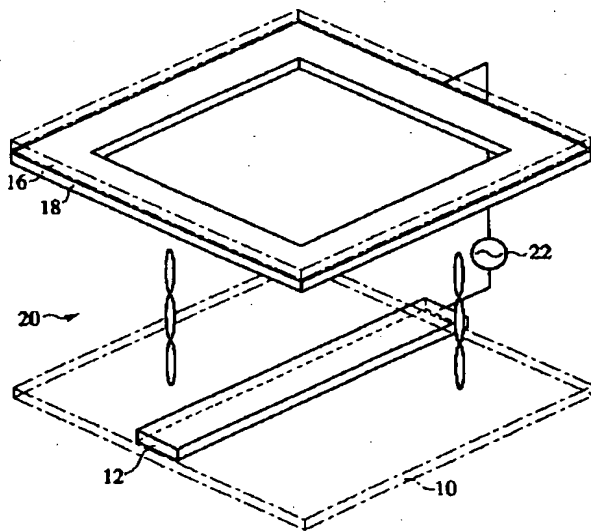
[Drawing 21]

本発明の第7実施形態による液晶表示装置の変形例
を示す斜視図



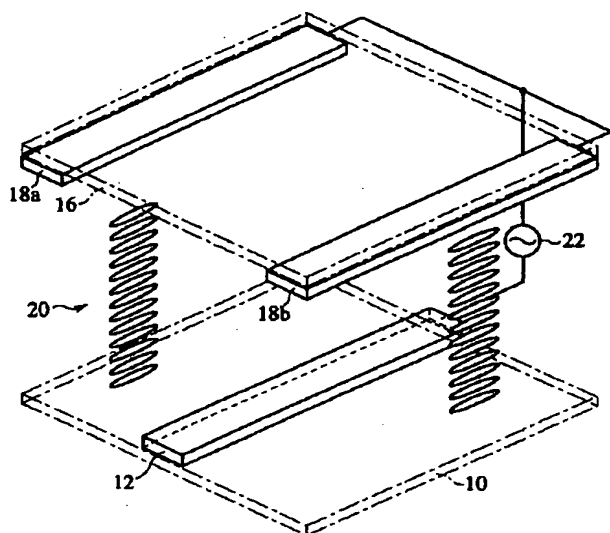
[Drawing 8]

本発明の第3実施形態による液晶表示装置の変形例
を示す斜視図



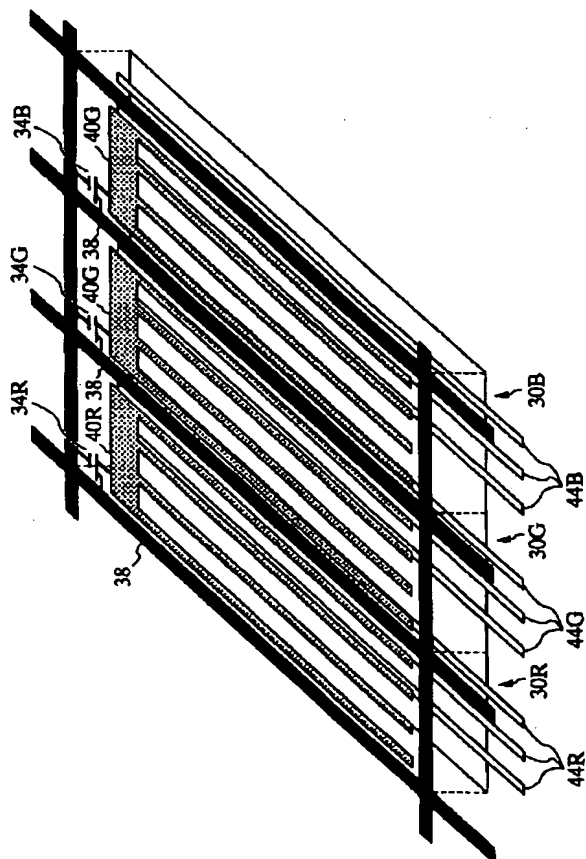
[Drawing 9]

本発明の第4実施形態による液晶表示装置の基本構造
を示す斜視図



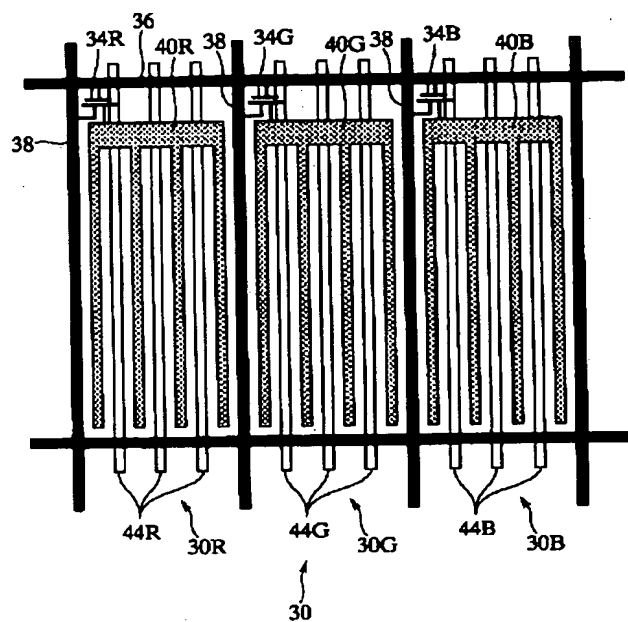
[Drawing 10]

本発明の第4実施形態によるカラー液晶表示装置
を示す斜視図



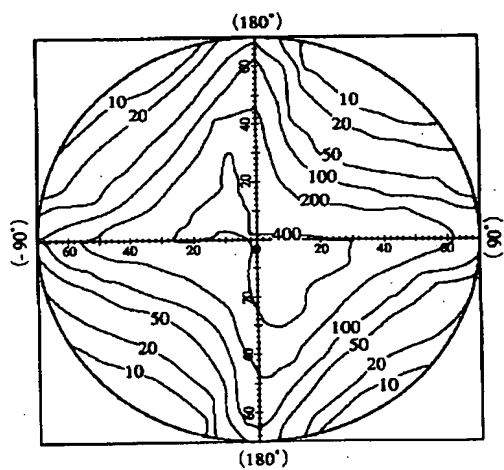
[Drawing 11]

本発明の第4実施形態によるカラー液晶表示装置
を示す平面図



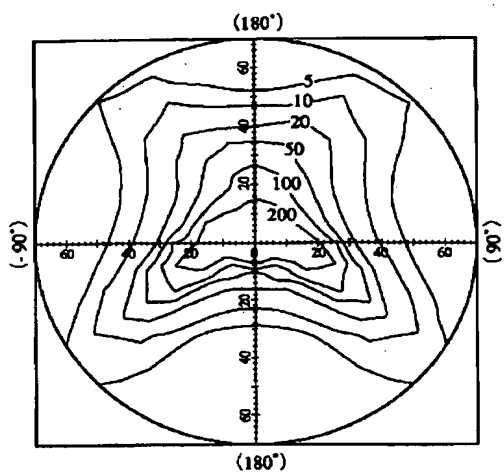
[Drawing 12]

本発明の第4実施形態によるカラー液晶表示装置
の視野角特性を示すグラフ



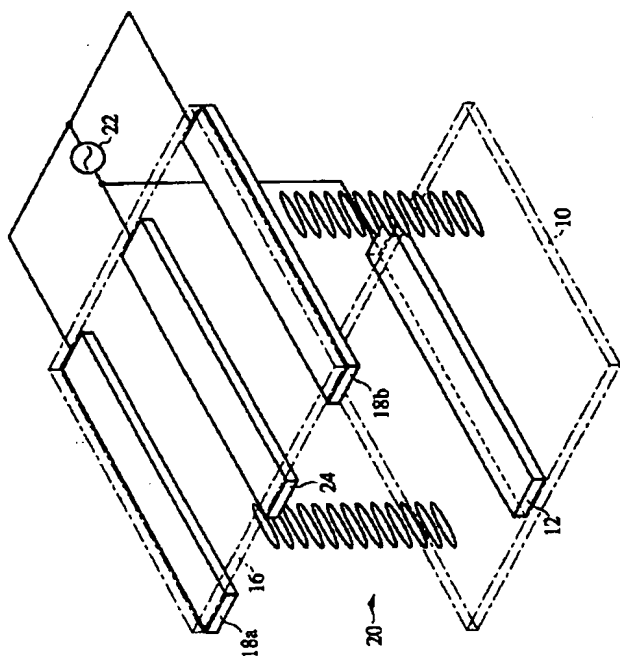
[Drawing 13]

従来のTN型カラー液晶表示装置の視野角特性
を示すグラフ



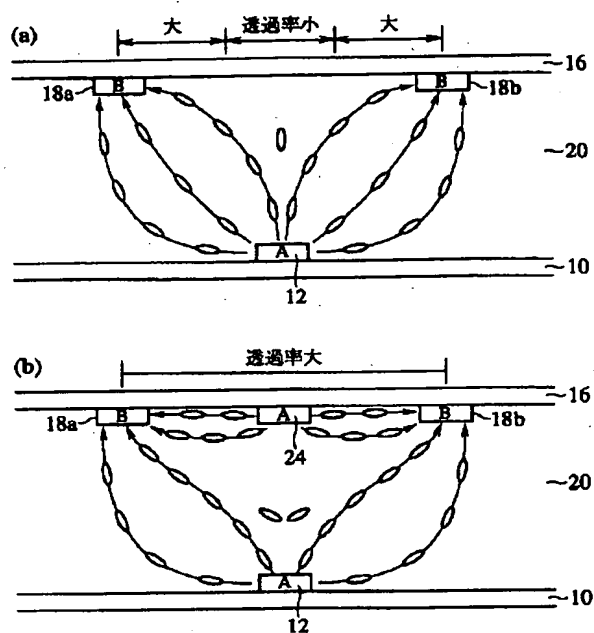
[Drawing 14]

本発明の第5実施形態による液晶表示装置を示す斜視図



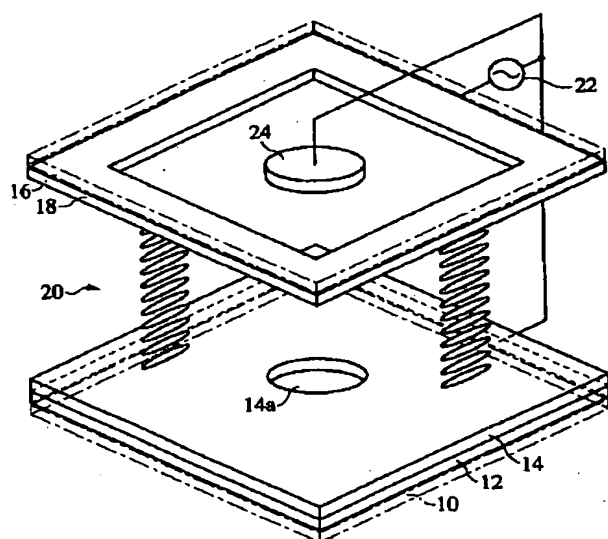
[Drawing 15]

本発明の第5実施形態による液晶表示装置の動作
を説明する説明図



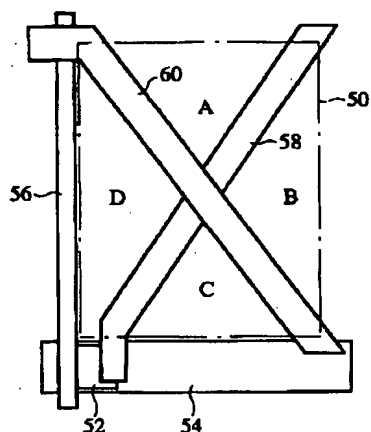
[Drawing 16]

本発明の第6実施形態による液晶表示装置を示す斜視図



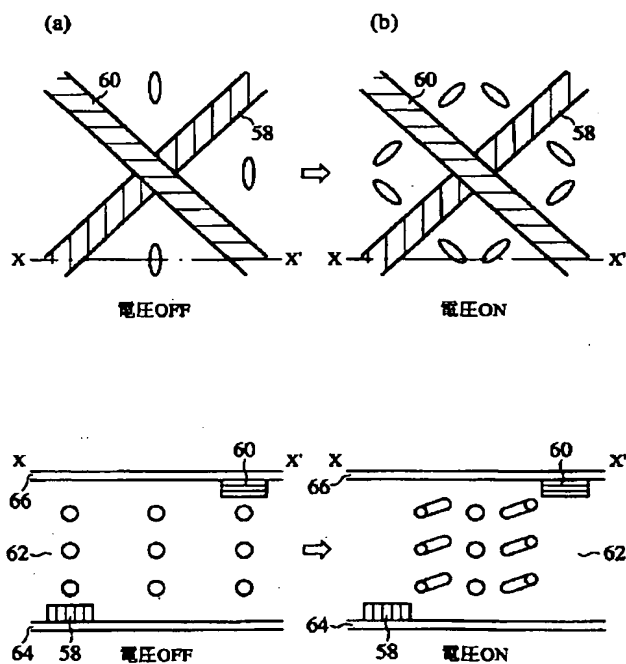
[Drawing 17]

本発明の第7実施形態による液晶表示装置を示す斜視図



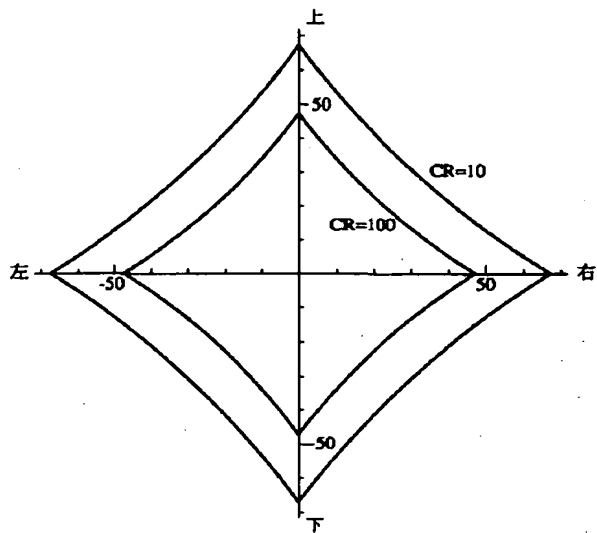
[Drawing 18]

本発明の第7実施形態による液晶表示装置の動作を説明する説明図



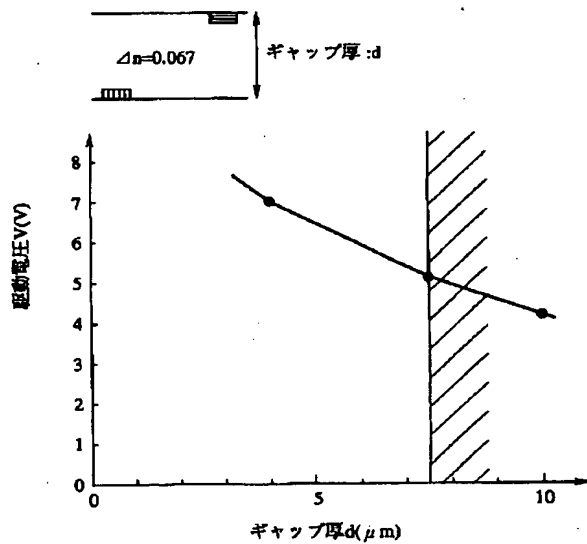
[Drawing 19]

本発明の第7実施形態による液晶表示装置の視野角特性を示すグラフ



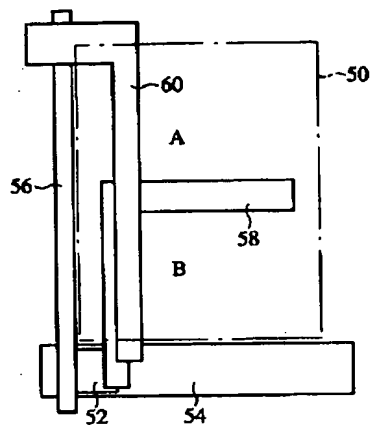
[Drawing 20]

液晶表示装置における液晶層の厚さと駆動電圧との関係を示すグラフ



[Drawing 22]

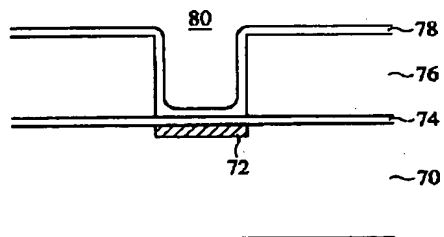
本発明の第8実施形態による液晶表示装置を示す平面図



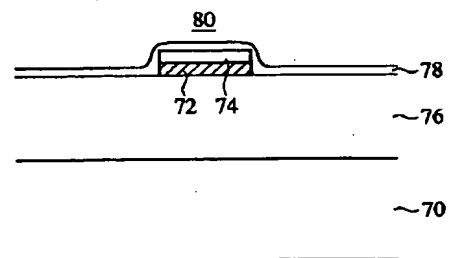
[Drawing 23]

本発明の第8実施形態による液晶表示装置の要部
を示す断面図

(a)

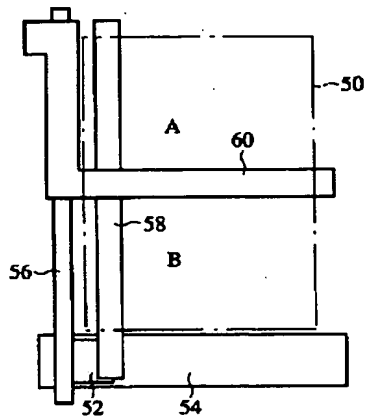


(b)



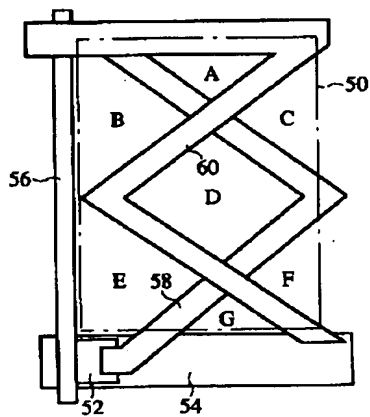
[Drawing 24]

本発明の第8実施形態による液晶表示装置の変形例
を示す平面図



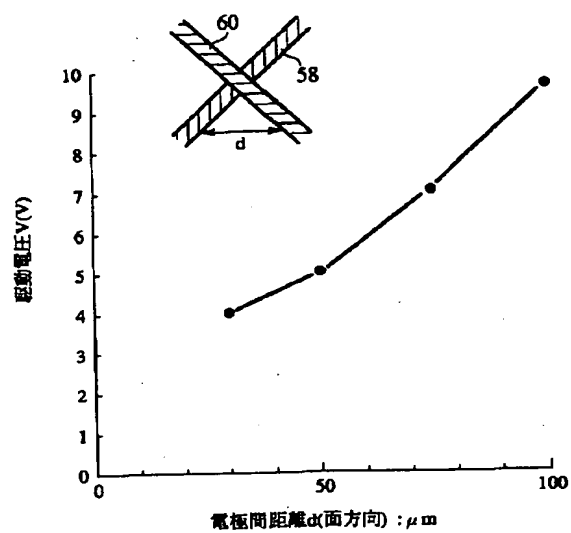
[Drawing 25]

本発明の第9実施形態による液晶表示装置を示す平面図



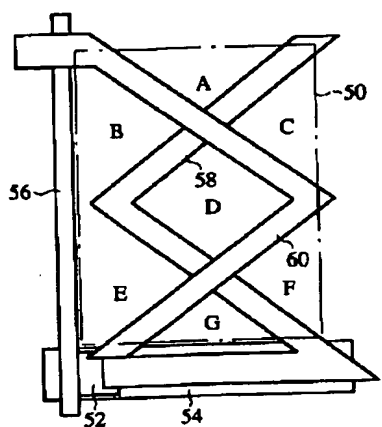
[Drawing 26]

本発明の第9実施形態による液晶表示装置の動作
を説明するための説明図



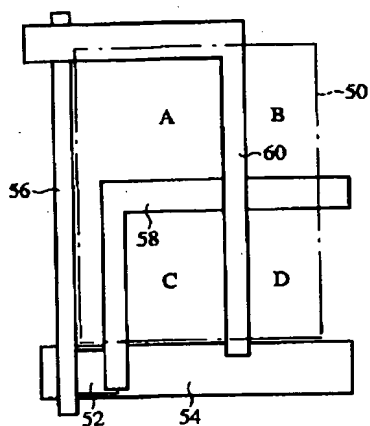
[Drawing 27]

本発明の第9実施形態による液晶表示装置の変形例
を示す平面図



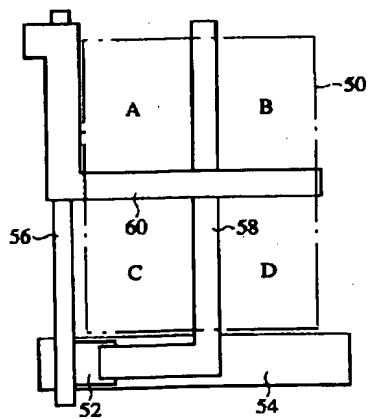
[Drawing 28]

本発明の第10実施形態による液晶表示装置を示す平面図



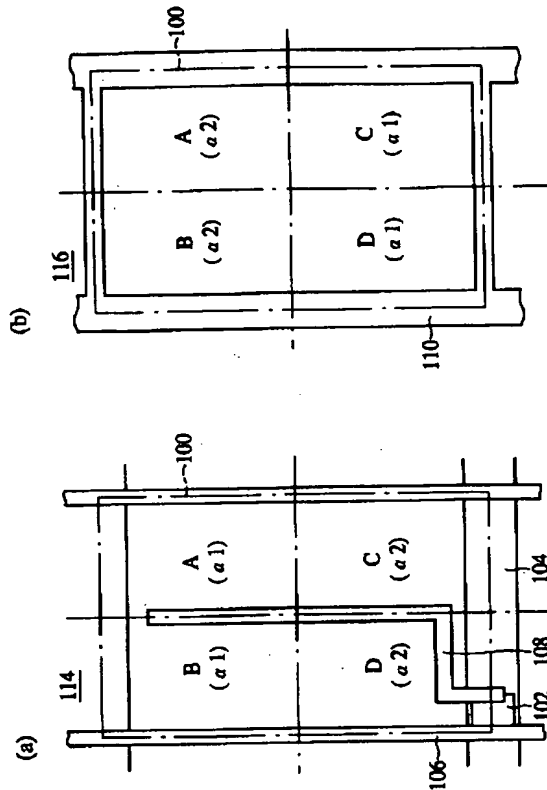
[Drawing 29]

本発明の第10実施形態による液晶表示装置の変形例を示す平面図



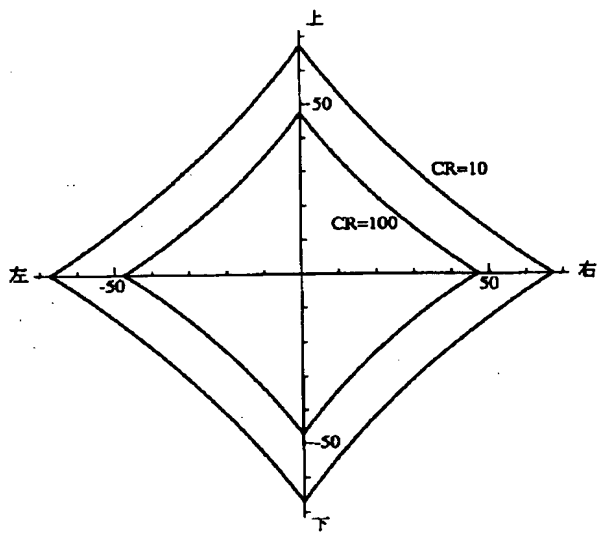
[Drawing 30]

本発明の第11実施形態による液晶表示装置のTFT基板
と対向基板を示す平面図



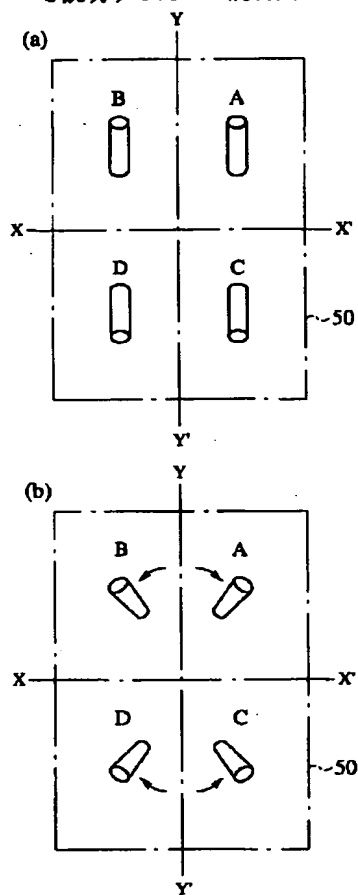
[Drawing 33]

本発明の第11実施形態による液晶表示装置の視野角特性
を示すグラフ



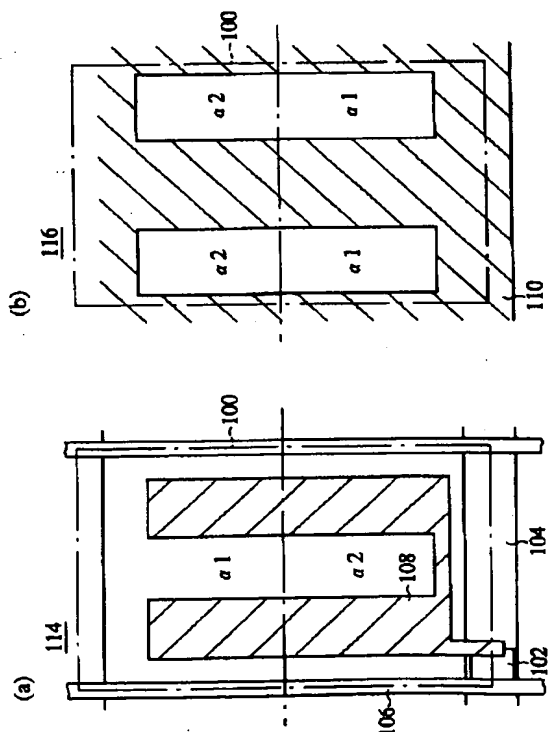
[Drawing 41]

本発明の第11実施形態による液晶表示装置の動作
を説明するための説明図



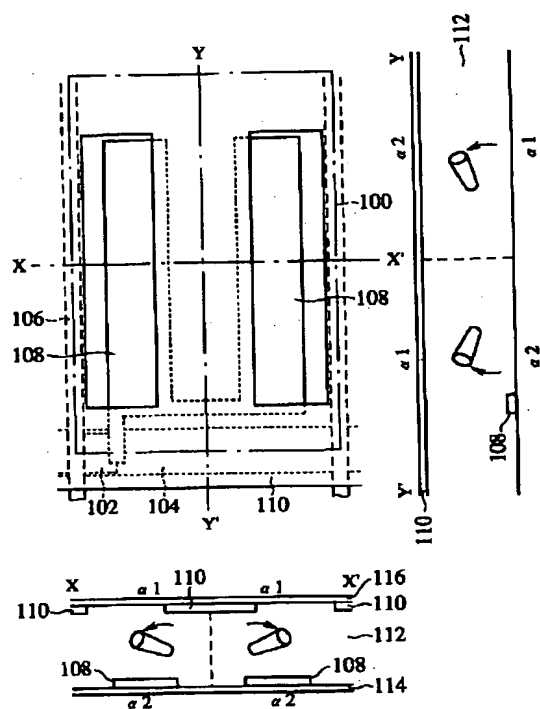
[Drawing 34]

本発明の第12実施形態による液晶表示装置のTFT基板と
対向基板を示す平面図



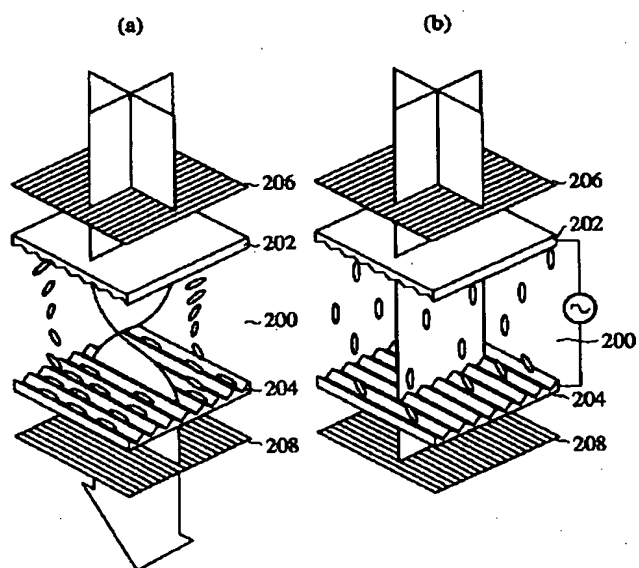
[Drawing 35]

本発明の第12実施形態による液晶表示装置を示す平面図
及び断面図



[Drawing 42]

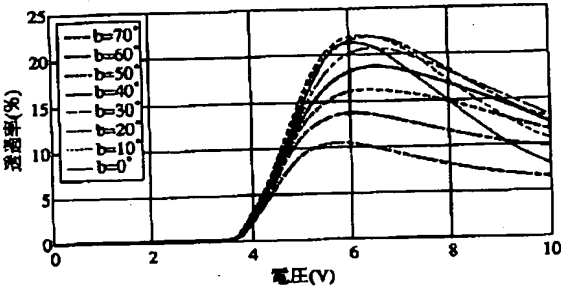
ノーマリホワイトモードのTN型液晶ディスプレイ
の動作を説明する説明図



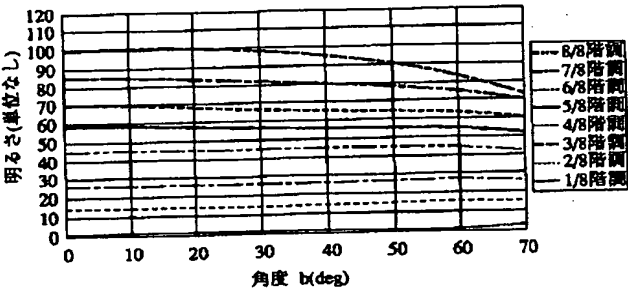
[Drawing 36]

実施例の液晶表示装置の方位+90度における
電圧・透過率特性と階調反転特性を示すグラフ

(a) セルギャップ: $5\mu\text{m}$ 、電極間ギャップ: $8\mu\text{m}$
 $\phi=90^\circ$

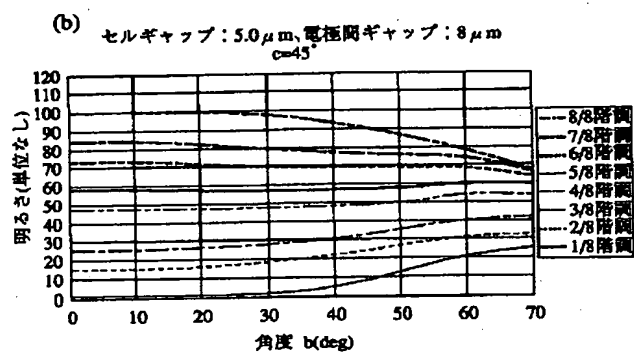
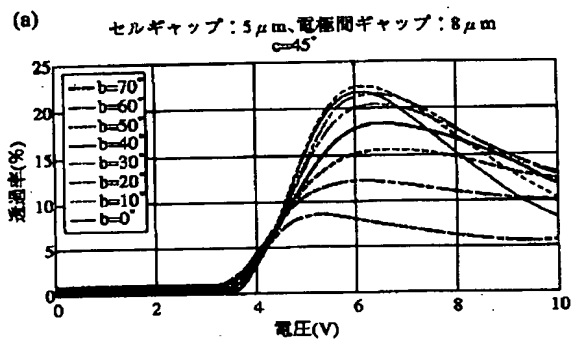


(b) セルギャップ: $5\mu\text{m}$ 、電極間ギャップ: $8\mu\text{m}$
 $\phi=90^\circ$



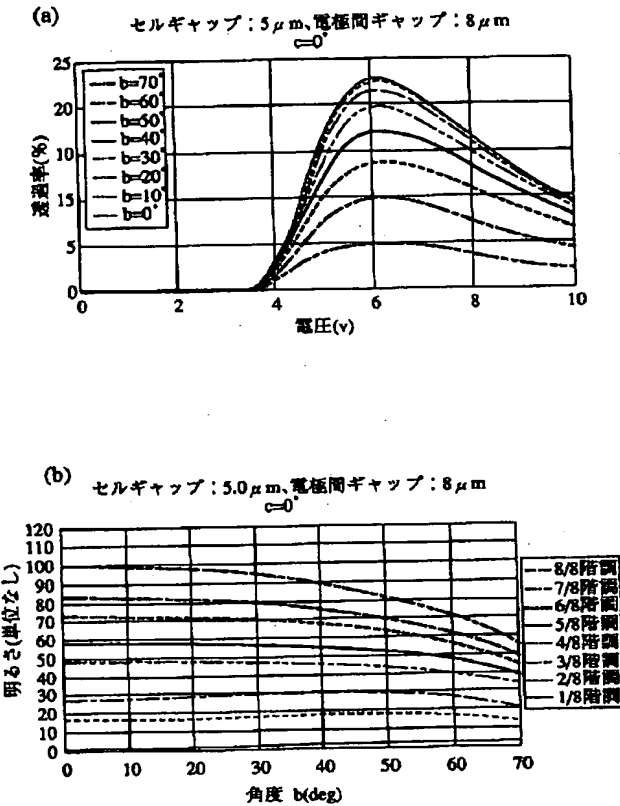
[Drawing 37]

実施例の液晶表示装置の方位+45度における
電圧・透過率特性と階調反転特性を示すグラフ



[Drawing 38]

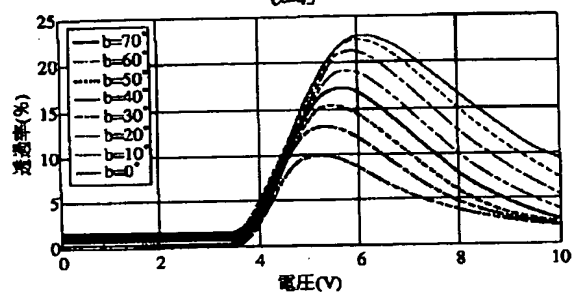
実施例の液晶表示装置の方位0度における電圧・透過率
特性と階調反転特性を示すグラフ



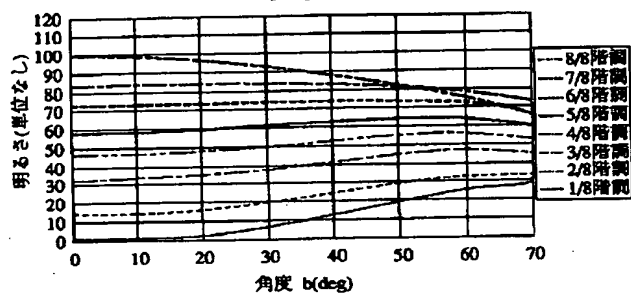
[Drawing 39]

実施例の液晶表示装置の方位 -45° における電圧・透過率特性と階調反転特性を示すグラフ

(a) セルギャップ： $5\mu\text{m}$ 、電極間ギャップ： $8\mu\text{m}$
 $c=-45^\circ$

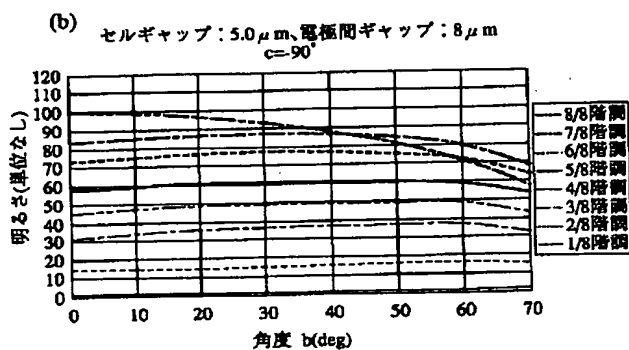
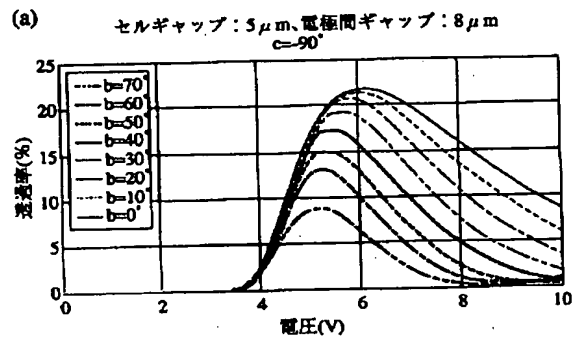


(b) セルギャップ： $5.0\mu\text{m}$ 、電極間ギャップ： $8\mu\text{m}$
 $c=-45^\circ$



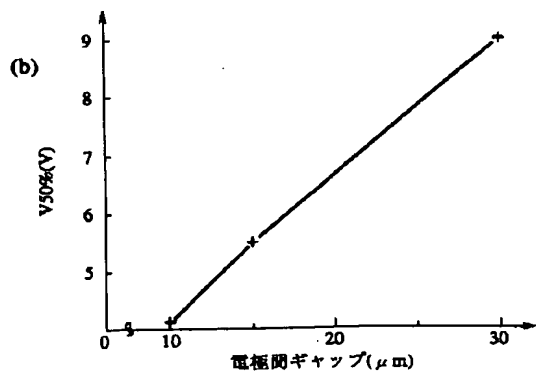
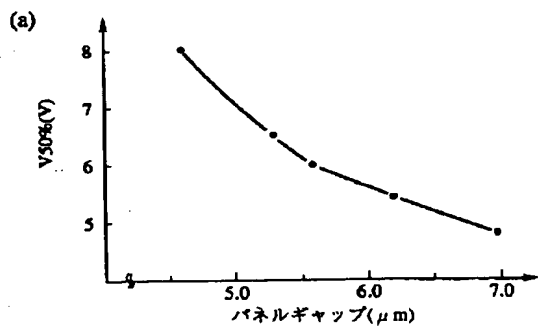
[Drawing 40]

実施例の液晶表示装置の方位-90度における電圧・透過率特性と階調反転特性を示すグラフ



[Drawing 43]

面内スイッチング(IPS)を用いた液晶表示装置の液晶層の厚さ及び電極間ギャップと駆動電圧との関係を示すグラフ



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-186366

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月14日

(51) Int.Cl.⁶
G 0 2 F 1/1337 5 0 5
G 0 2 B 5/00
G 0 2 F 1/1335 5 0 0
1/1343
1/136 5 0 0

F I
G 0 2 F 1/1337 5 0 5
G 0 2 B 5/00 B
G 0 2 F 1/1335 5 0 0
1/1343
1/136 5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願平8-347767
(22) 出願日 平成8年(1996)12月26日

(71) 出願人 000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号
(72) 発明者 武田 有広
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内
(72) 発明者 小池 善郎
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内
(74) 代理人 弁護士 北野 好人

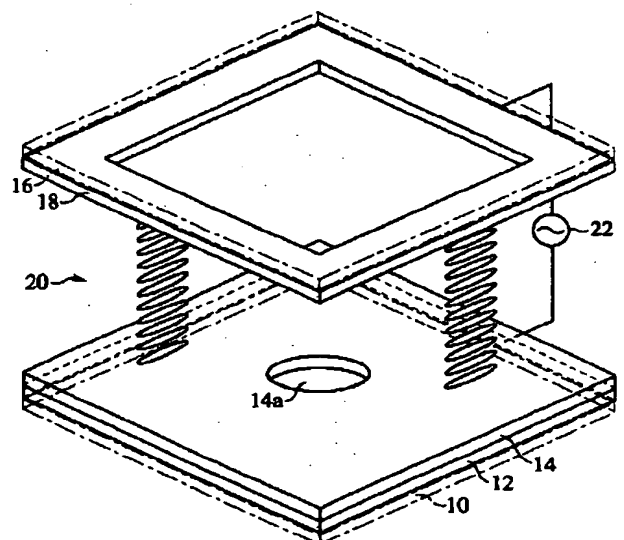
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 高い歩留まりで製造することが可能な広視野角の液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 相対して配置された第1の基板10と第2の基板16間に液晶20が封入されている。第1の基板10上には、所定領域の所定位置に第1の電極12が形成され、第2の基板16上には、所定領域の第1の電極12に対してずれた位置に第2の電極18が形成されている。第1の電極12と第2の電極18間に電圧が印加されたとき、所定領域は、液晶20に対する電圧印加状態が異なる少なくとも2つの第1の領域と第2の領域とに分けられ、第1の領域の液晶の配向方向と第2の領域の液晶の配向方向とが異なる。このため、面内スイッチング (IPS) による方法と同等以上の広い視野角を得ることができる。第1の電極12と第2の電極18は異なる基板10、16上に形成されているので、隣接する電極12、18間での短絡を考慮する必要がない。

本発明の第1実施形態による液晶表示装置を示す斜視図



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 相対して配置された第 1 の基板及び第 2 の基板と、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板間に封入された液晶とを有する液晶表示装置において、前記第 1 の基板上であって、所定領域の所定位置に形成された第 1 の電極と、前記第 2 の基板上であって、前記所定領域の前記第 1 の電極に対してずれた位置に形成された第 2 の電極とを有し、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極間に電圧が印加されたとき、前記所定領域は、前記液晶に対する電圧印加状態が異なる少なくとも 2 つの第 1 の領域と第 2 の領域とに分けられ、前記第 1 の領域の前記液晶の配向方向と前記第 2 の領域の前記液晶の配向方向とが異なることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の液晶表示装置において、前記第 1 の電極は、前記第 1 の基板上であって、前記所定領域の内部に形成され、前記第 2 の電極は、前記第 2 の基板上であって、前記所定領域の外縁に沿って形成されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 3】 請求項 1 記載の液晶表示装置において、前記第 1 の電極は、前記第 1 の基板上であって、前記所定領域の内部に形成され、前記第 2 の電極は、前記第 2 の基板上であって、前記所定領域の相対する外縁に沿って形成されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 4】 請求項 1 記載の液晶表示装置において、前記所定領域は、略矩形形状であり、前記第 1 の電極は、前記第 1 の基板上であって、前記所定領域を横切る線に沿って形成され、前記第 2 の電極は、前記第 2 の基板上であって、前記所定領域の外縁に沿って形成されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 5】 請求項 1 記載の液晶表示装置において、前記所定領域は、略矩形形状であり、前記第 1 の電極は、前記第 1 の基板上であって、前記所定領域を横切る線に沿って形成され、前記第 2 の電極は、前記第 2 の基板上であって、前記所定領域の相対する外縁に沿って形成されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 6】 請求項 3 又は 5 記載の液晶表示装置において、前記第 2 の基板上の相対する前記第 2 の電極間に形成された第 3 の電極を更に有し、前記第 1 の電極と前記第 3 の電極は略同電位であり、前記第 1 の電極及び前記第 3 の電極と、前記第 2 の電極との間に電圧が印加されることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 7】 請求項 2 又は 4 記載の液晶表示装置にお

2

いて、

前記第 2 の基板上の前記第 2 の電極により取り囲まれる位置に形成された第 3 の電極を更に有し、前記第 1 の電極と前記第 3 の電極は略同電位であり、前記第 1 の電極及び前記第 3 の電極と、前記第 2 の電極との間に電圧が印加されることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 8】 請求項 1 記載の液晶表示装置において、前記第 1 の電極は、前記第 1 の基板上であって、第 1 の線に沿って形成され、前記第 2 の電極は、前記第 2 の基板上であって、前記第 1 の線に交差する第 2 の線に沿って形成されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 9】 請求項 8 記載の液晶表示装置において、前記所定領域は、略矩形形状であり、前記第 1 の電極は、前記第 1 の基板上であって、前記所定領域を斜めに横切る第 1 の線に沿って形成され、前記第 2 の電極は、前記第 2 の基板上であって、前記所定領域を斜めに横切り、前記第 1 の線に交差する第 2 の線に沿って形成されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 10】 請求項 8 記載の液晶表示装置において、前記所定領域は、略矩形形状であり、前記第 1 の電極は、前記第 1 の基板上であって、前記所定領域の一外縁に沿って形成され、前記第 2 の電極は、前記第 2 の基板上であって、前記所定領域のほぼ中央を横切り、前記一外縁に交差する線に沿って形成されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 11】 請求項 8 記載の液晶表示装置において、前記所定領域は、略矩形形状であり、前記第 1 の電極は、前記第 1 の基板上であって、前記所定領域を横切り、一外縁にほぼ平行な第 1 の線に沿って形成され、前記第 2 の電極は、前記第 2 の基板上であって、前記所定領域を横切り、前記第 1 の線にほぼ直交する第 2 の線に沿って形成されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 12】 請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置において、前記第 1 の領域と前記第 2 の領域を分割する分割線の一方の側では、前記第 1 の基板には第 1 のプレチルト角を有する配向処理が施され、前記第 2 の基板には、前記第 1 のプレチルト角よりも大きい第 2 のプレチルト角を有する配向処理が施され、前記第 1 の領域と前記第 2 の領域を分割する前記分割線の他方の側では、前記第 1 の基板には第 3 のプレチルト角を有する配向処理が施され、前記第 2 の基板には、前記第 3 のプレチルト角よりも小さい第 4 のプレチルト角

(3)

3

を有する配向処理が施され、
前記第 1 の電極と前記第 2 の電極間に電圧が印加されたとき、

前記第 1 の領域の前記液晶の配向方向は、前記分割線により分割された 2 つの領域において互いに配向方向が異なり、

前記第 2 の領域の前記液晶の配向方向は、前記分割線により分割された 2 つの領域において互いに配向方向が異なることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 13】 請求項 12 記載の液晶表示装置において、
前記第 1 のプレチルト角と前記第 4 のプレチルト角は同じであり、

前記第 2 のプレチルト角と前記第 3 のプレチルト角は同じであることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 14】 請求項 12 又は 13 記載の液晶表示装置において、

前記所定領域は、略矩形形状をしており、

前記所定形状は、前記第 1 の領域と前記第 2 の領域間の境界線と、前記第 1 の領域と前記第 2 の領域を分割する前記分割線とによって少なくとも 4 分割され、

前記第 1 の電極と前記第 2 の電極間に電圧が印加されたとき、4 分割された各領域における前記液晶の配向方向は、前記仮想線と前記縦断線との交差位置を中心として放射状であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 15】 請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置において、

前記液晶の配向状態はホモニアス配向であり、

前記液晶の配向方向は、前記第 1 の電極及び／又は前記第 2 の電極の方向とほぼ平行又は直角であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 16】 請求項 1 乃至 15 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置において、

前記第 1 の電極と前記第 2 の電極間に電圧が印加されていないとき、前記液晶の配向方向は、前記第 1 の基板及び／又は前記第 2 の基板にほぼ垂直であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 17】 請求項 1 乃至 16 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置において、

前記所定領域は、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極とが前記液晶を挟んで対向する対向領域と、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極とが対向していない非対向領域とを有し、

前記対向領域の面積は、前記非対向領域の面積よりも小さいことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 18】 請求項 1 乃至 17 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置において、

前記液晶の屈折率異方性を Δn 、厚さを d としたとき、 $\Delta n \times d$ が略 0.5 以下 0.25 以上であることを特徴とする液晶表示装置。

4

【請求項 19】 請求項 1 乃至 18 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置において、

前記所定領域は、画素領域であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 20】 請求項 1 乃至 19 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置において、

前記第 1 の電極及び／又は前記第 2 の電極は、透過光を遮光するブラックマトリクス層を用いて形成されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 21】 請求項 20 記載の液晶表示装置において、

前記第 1 の基板及び／又は前記第 2 の基板上には、前記ブラックマトリクス層上にフィルタ層が形成され、

前記第 1 の電極及び／又は前記第 2 の電極は、前記フィルタ層の開口部から露出した前記ブラックマトリクス層であることを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、相対して配置された第 1 の基板及び第 2 の基板と、第 1 の基板と第 2 の基板間に封入された液晶とを有する液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】CRTディスプレイに置き換わり得るフラットパネルディスプレイの中で現在最も有望視されているのは TFT-LCD (Thin Film Transistor Liquid Crystal Display) である。パーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ、OA (Office Automation) 機器、携帯テレビ等の民生機器、家電機器への応用により更に市場拡大が期待されている。

【0003】TN (Twisted Nematic: 捻れネマティック) 型 TFT-LCD の製造技術は格段の進歩を遂げ、コントラスト、色再現性等の特性においては CRT ディスプレイを凌駕するまでに至っている。現在、最も多く使用されているノーマリホワイトモードの TN 型液晶ディスプレイを、図 42 を用いて説明する。図 42 (a) は電圧が印加されていない状態を示し、図 42 (b) は電圧が印加されている状態を示している。

【0004】約 $5 \mu\text{m}$ 厚の TN 型液晶層 200 を一対のガラス基板 202、204 により挟む。ガラス基板 202、204 の配向膜の配向方向を互いに 90 度ずらしている。TN 型液晶層 200 は、ガラス基板 202、204 の配向膜の配向方向に沿って配向され、図 42 (a) に示すように、液晶分子の方向が 90 度捻れている。ガラス基板 202 の外側には、ガラス基板 202 の配向方向と平行な偏光板 206 が設けられ、ガラス基板 204 の外側には、ガラス基板 204 の配向方向と平行な偏光板 208 が設けられている。

【0005】TN 型液晶層 200 に電圧が印加されていない状態では、図 42 (a) に示すように、TN 型 LC

(4)

5

Dに入射した光は偏光板206を通過して直線偏光となり、ガラス基板202を透過してTN型液晶層200に入射し、TN型液晶層200の配向にしたがって偏光方向が90度捻れる。TN型液晶層200から出射した光はガラス基板204を透過し、偏光板208を透過する。このとき、表示は明状態となる。

【0006】TN型液晶層200に電圧を印加すると、図42(b)に示すように、TN型液晶層200内の液晶分子の捻れが無くなり、TN型液晶層200に入射した光は、偏光方向が捻れることなく進み、偏光板208によって遮光される。このとき、表示は暗状態となる。このようにして、TN型液晶ディスプレイはTN型液晶への電圧印加を制御することにより、表示状態の明暗を制御することができる。

【0007】しかしながら、TN型液晶ディスプレイは視野角が狭いという問題点を有している。この問題点を解消するものとして、(1)位相差フィルムを用いる方法、(2)拡散フィルムを用いる方法、(3)配向分割による方法、(4)ランダム配向による方法、(5)面内スイッチング(IPS: In-Plane Switching)による方法、等の改善案が検討されている。

【0008】位相差フィルムを用いる方法は、液晶分子の配向方向に起因する屈折率の異方性を位相差フィルムによる異方性により補償する方法である。しかしながら、この方法では視野角の改善が十分ではない。拡散フィルムを用いる方法は、液晶ディスプレイを透過した光を拡散処理して実質的に視野角を広くしようとする方法である。しかしながら、この方法では視野角を広くしようとすると、表示の解像度も劣化してしまう。

【0009】配向分割による方法は、液晶を多数の微小な領域に分割し、液晶分子の配向状態が異なる多数の微小なドメインを構成し、各ドメイン同士で互いの視野角特性を補償するものである。しかしながら、この方法では視野角の改善が十分ではない。ランダム配向による方法は、アモルファスTN型液晶を用い、配向状態が異なる微小なドメインをランダムに多数形成するものである。しかしながら、この方法でも視野角の改善が十分ではない。

【0010】面内スイッチング(IPS)による方法は、液晶を挟む一対の基板の片方の基板の面内に、電圧を印加するための2つの駆動電極を設け、これら駆動電極への電圧印加を制御することにより、液晶分子の配向状態を制御するものである。この方法は、液晶ディスプレイの構造としては古くから知られていたものの、その優れた視野角特性が注目を集めている(Japan Display 95 Digest p.707, 1995)。この方法によれば、液晶分子は基板面に水平な状態のまま配向状態が変化するので、原理的にも視覚特性に優れているものである。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、面内ス

6

イッチング(IPS)による方法は、液晶を挟む一対の基板の片方の基板に、電圧を印加する2つの駆動電極を形成するため、隣接する電極間での短絡が生じ易く、高精細画素の液晶ディスプレイを製造した場合に高い歩留まりを確保することが難しい。

【0012】また、図43(a)に示すように、駆動電圧は液晶の厚さに強く依存し、液晶を駆動するためには、一定厚さ以下に薄くしなければならない。また、図43(b)に示すように、駆動電圧が電極間のギャップに強く依存し、液晶を駆動するためには一定値以上のギャップを設ける必要があり微細化の妨げとなる。また、片方の基板に2つの駆動電極を形成するため、高精細画素の液晶ディスプレイの場合には開口率が極端に低下してしまう。

【0013】本発明の目的は、視野角を改善し、広い視野角を有する液晶表示装置を提供することにある。本発明の他の目的は、高い歩留まりで製造することが可能な広視野角の液晶表示装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的は、相対して配置された第1の基板及び第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板間に封入された液晶とを有する液晶表示装置において、前記第1の基板上であって、所定領域の所定位置に形成された第1の電極と、前記第2の基板上であって、前記所定領域の前記第1の電極に対してずれた位置に形成された第2の電極とを有し、前記第1の電極と前記第2の電極間に電圧が印加されたとき、前記所定領域は、前記液晶に対する電圧印加状態が異なる少なくとも2つの第1の領域と第2の領域とに分けられ、前記第1の領域の前記液晶の配向方向と前記第2の領域の前記液晶の配向方向とが異なることを特徴とする液晶表示装置によって達成される。

【0015】上述した液晶表示装置において、前記第1の電極は、前記第1の基板上であって、前記所定領域の内部に形成され、前記第2の電極は、前記第2の基板上であって、前記所定領域の外縁に沿って形成されていてもよい。上述した液晶表示装置において、前記第1の電極は、前記第1の基板上であって、前記所定領域の内部に形成され、前記第2の電極は、前記第2の基板上であって、前記所定領域の相対する外縁に沿って形成されていてもよい。

【0016】上述した液晶表示装置において、前記所定領域は、略矩形形状であり、前記第1の電極は、前記第1の基板上であって、前記所定領域を横切る線に沿って形成され、前記第2の電極は、前記第2の基板上であって、前記所定領域の外縁に沿って形成されていてもよい。上述した液晶表示装置において、前記所定領域は、略矩形形状であり、前記第1の電極は、前記第1の基板上であって、前記所定領域を横切る線に沿って形成され、前記第2の電極は、前記第2の基板上であって、前

(5)

7

記所定領域の相対する外縁に沿って形成されていてもよい。

【0017】上述した液晶表示装置において、前記第2の基板上の相対する前記第2の電極間に形成された第3の電極を更に有し、前記第1の電極と前記第3の電極は略同電位であり、前記第1の電極及び前記第3の電極と、前記第2の電極との間に電圧が印加されてもよい。上述した液晶表示装置において、前記第2の基板上の前記第2の電極により取り囲まれる位置に形成された第3の電極を更に有し、前記第1の電極と前記第3の電極は

略同電位であり、前記第1の電極及び前記第3の電極と、前記第2の電極との間に電圧が印加されてもよい。【0018】上述した液晶表示装置において、前記第1の電極は、前記第1の基板上であって、第1の線に沿って形成され、前記第2の電極は、前記第2の基板上であって、前記第1の線に交差する第2の線に沿って形成されていてもよい。上述した液晶表示装置において、前記所定領域は、略矩形形状であり、前記第1の電極は、前記第1の基板上であって、前記所定領域を斜めに横切る第1の線に沿って形成され、前記第2の電極は、前記第2の基板上であって、前記所定領域を斜めに横切り、前記第1の線に交差する第2の線に沿って形成されていてもよい。

【0019】上述した液晶表示装置において、前記所定領域は、略矩形形状であり、前記第1の電極は、前記第1の基板上であって、前記所定領域の外縁に沿って形成され、前記第2の電極は、前記第2の基板上であって、前記所定領域のほぼ中央を横切り、前記外縁に交差する線に沿って形成されていてもよい。上述した液晶表示装置において、前記所定領域は、略矩形形状であり、前記第1の電極は、前記第1の基板上であって、前記所定領域を横切り、一外縁にはほぼ平行な第1の線に沿って形成され、前記第2の電極は、前記第2の基板上であって、前記所定領域を横切り、前記第1の線にはほぼ直交する第2の線に沿って形成されていてもよい。

【0020】上述した液晶表示装置において、前記第1の領域と前記第2の領域を分割する分割線の一方の側では、前記第1の基板には第1のプレチルト角を有する配向処理が施され、前記第2の基板には、前記第1のプレチルト角よりも大きい第2のプレチルト角を有する配向処理が施され、前記第1の領域と前記第2の領域を分割する前記分割線の他方の側では、前記第1の基板には第3のプレチルト角を有する配向処理が施され、前記第2の基板には、前記第3のプレチルト角よりも小さい第4のプレチルト角を有する配向処理が施され、前記第1の電極と前記第2の電極間に電圧が印加されたとき、前記第1の領域の前記液晶の配向方向は、前記分割線により分割された2つの領域において互いに配向方向が異なり、前記第2の領域の前記液晶の配向方向は、前記分割線により分割された2つの領域において互いに配向方向

8

が異なるようにしてもよい。

【0021】上述した液晶表示装置において、前記第1のプレチルト角と前記第4のプレチルト角は同じであり、前記第2のプレチルト角と前記第3のプレチルト角は同じであってもよい。上述した液晶表示装置において、前記所定領域は、略矩形形状をしており、前記所定形状は、前記第1の領域と前記第2の領域間の境界線と、前記第1の領域と前記第2の領域を分割する前記分割線とによって少なくとも4分割され、前記第1の電極と前記第2の電極間に電圧が印加されたとき、4分割された各領域における前記液晶の配向方向は、前記仮想線と前記縦断線との交差位置を中心として放射状であってもよい。

【0022】上述した液晶表示装置において、前記液晶の配向状態はホモジニアス配向であり、前記液晶の配向方向は、前記第1の電極及び／又は前記第2の電極の方向とはほぼ平行又は直角であってもよい。上述した液晶表示装置において、前記第1の電極と前記第2の電極間に電圧が印加されていないとき、前記液晶の配向方向は、前記第1の基板及び／又は前記第2の基板にほぼ垂直であってもよい。

【0023】上述した液晶表示装置において、前記所定領域は、前記第1の電極と前記第2の電極とが前記液晶を挟んで対向する対向領域と、前記第1の電極と前記第2の電極とが対向していない非対向領域とを有し、前記対向領域の面積は、前記非対向領域の面積よりも小さくてもよい。上述した液晶表示装置において、前記液晶の屈折率異方性を Δn 、厚さを d としたとき、 $\Delta n \times d$ が略0.5以下0.25以上であることが望ましい。

【0024】上述した液晶表示装置において、前記所定領域は、画素領域であることが望ましい。上述した液晶表示装置において、前記第1の電極及び／又は前記第2の電極は、透過光を遮光するブラックマトリクス層を用いて形成されていてもよい。上述した液晶表示装置において、前記第1の基板及び／又は前記第2の基板上には、前記ブラックマトリクス層上にフィルタ層が形成され、前記第1の電極及び／又は前記第2の電極は、前記フィルタ層の開口部から露出した前記ブラックマトリクス層であってもよい。

【0025】

【発明の実施の形態】

【第1実施形態】本発明の第1実施形態による液晶表示装置を図1乃至図4を用いて説明する。図1は本実施形態による液晶表示装置を示す斜視図、図2は本実施形態による液晶表示装置の動作を説明する説明図、図3は液晶表示装置の視野角を説明する説明図、図4は本実施形態による液晶表示装置の変形例を示す斜視図である。

【0026】図1は、液晶表示装置の1画素分の画素領域のパネル構造を示している。図1の下部に示す、TF T素子（図示せず）が形成されたガラス製のTF T基板

(6)

9

10には全面にITO層からなる第1電極層12が形成されている。第1電極層12上には絶縁層14が形成されている。絶縁層12には画素領域の中央に円形の開口部14aが設けられ、第1電極層12が開口部14aから露出している。これにより、TFT基板10の画素領域の中央に第1の電極が形成される。

【0027】図1の上部に示す、TFT基板10に対向するガラス製の対向基板16には、画素電極の外縁に沿って角リング形状のITO層からなる第2電極層18が形成されている。これにより、対向基板16の画素領域の外縁に沿って第2の電極が形成される。TFT基板10と対向基板16の間に挟まれてTN型の液晶層20が設けられている。液晶層20の配向は、図1に示すように、TFT基板10又は対向基板16の面にほぼ平行なホモジニアス配向である。ツイスト角は0度とする。

【0028】第1電極層12と第2電極層18の間には、駆動電源22から所定の駆動電圧が印加される。図示しないが、TFT基板10の下方には、液晶層20の配向方向とほぼ同じ方向又はほぼ直交方向の偏光板が設けられ、対向基板18の上方には、液晶層20の配向方向とほぼ直交方向又はほぼ平行方向の偏光板が設けられている。

【0029】このような構成の液晶表示装置の動作について図2を用いて説明する。第1電極層12と第2電極層18間に電圧が印加されていない状態では、図2

(a)に示すように、液晶層20の液晶分子は全て、TFT基板10又は対向基板16に平行に配向されている。この状態では、入射光は液晶層20の複屈折の影響を受けないため液晶層20内では偏光軸が回転しない。したがって、TFT基板10下方からの入射光は、偏光板により直線偏光とされ、TFT基板10を経て液晶層20を透過し、偏光方向が変えられることなく対向基板16を透過する。対向基板16を透過した光は、直交する偏光方向の偏光板により遮光される。

【0030】第1電極層12と第2電極層18間に電圧が印加されると、図2(b)に示すように、第1電極層12から第2電極層18に向かう放射状の電気力線の電界が発生し、液晶分子が電気力線に沿って放射状に配向する。液晶分子は360度の全方向に対して同等の配向状態となる。この状態では、入射光は液晶層20の複屈折の影響を受け、液晶分子の配向方向に応じて偏光軸が回転する。したがって、TFT基板10下方からの入射光は、偏光板により直線偏光とされ、TFT基板10を経て液晶層20において偏光軸が回転し、対向基板16を経て上部の偏光板を透過する。

【0031】電圧が印加された状態において、液晶分子は画素領域の中心から全ての方向に対して放射状に配向しているので、あらゆる方向からの入射光も透過し、広い視野角を実現することができる。液晶層20内の液晶分子が様々な方向に配向している方が視野角が大きくな

10

ると共に入射光の方向による色の変化も小さくなる点について図3を用いて説明する。

【0032】図3(a)に示すように、本実施形態において電圧が印加されていない状態で液晶分子が水平に配向している場合、垂直な入射光の正常な $\Delta n d$ に対し、斜めの入射光に対する $\Delta n d$ は小さくなるものの僅かしかわらない。このため、垂直な入射光と斜めの入射光に対する透過光の色の変化は小さい。図3(b)に示すように、本実施形態において電圧が印加されている状態で液晶分子が放射状に配向している場合、垂直な入射光の正常な $\Delta n d$ に対し、斜めの入射光に対する $\Delta n d$ は小さくなるものの僅かしかわらない。このため、垂直な入射光と斜めの入射光に対する透過光の色の変化は小さい。

【0033】これに対し、図3(c)に示すように、液晶分子が一方の方向に斜めに配向していると、垂直な入射光の $\Delta n d$ に対し、液晶分子の配向方向に平行は斜めの入射光に対する $\Delta n d$ は極めて小さくなり、液晶分子の配向方向に垂直な斜めの入射光に対する $\Delta n d$ は極めて大きくなり、入射光の方向により $\Delta n d$ が大きく変化する。このため、入射光の方向により透過光の色は大きく変化する。

【0034】本実施形態による液晶表示装置の変形例を図4に示す。図1に示す液晶表示装置では、液晶層20はTFT基板10又は対向基板16の面にほぼ平行なホモジニアス配向であったが、図4では、液晶層20はTFT基板10又は対向基板16の面にほぼ垂直なホモトリピック配向となっている。電圧が印加されていない状態においては、液晶分子が垂直に配向しており、図1の液晶表示装置の配向状態(図2(a))とは異なるが、透過光の偏光軸を回転させることはない。

【0035】電圧が印加された状態においては、垂直に配向していた液晶分子が、第1電極層12から第2電極層18に向かう放射状の電気力線に沿って放射状に配向し、図2(b)に同等の配向状態となる。したがって、図1の液晶表示装置の場合と同様に、下方からの入射光は上方に透過する。図4のように液晶分子が垂直方向に配向していると、図2(b)に示す配向状態に配向しやすい。したがって、低い駆動電圧でも液晶を駆動することができると共に、高速に駆動制御することができる。

【0036】なお、上述した本実施形態のTFT基板と対向基板を反対にしてもよい。すなわち、対向基板に図1の下部に示すような絶縁層と電極層を設け、TFT基板に図1の上部に示すような電極層を設けるようにしてもよい。このように、本実施形態によれば、TFT基板と対向基板に形成した駆動電極を用いて電圧を印加することにより、面内スイッチング(IPS)による方法と同等以上の広い視野角を得ることができる。駆動電極は異なる基板上に形成されているので、隣接する電極間での短絡を考慮することなく、広視野角で高精細度の液晶

(7)

11

表示装置を実現することができる。また、本実施形態によれば、全ての方向からの入射光に対しても同等な視野角特性であるので、上下左右の方向依存性のない広視野角の液晶表示装置を実現することができる。

【0037】本実施形態の液晶表示装置を用いて、コントラスト10の視野角範囲を測定したところ、上下左右80度の視野角が得られ、正面のコントラストは80以上が得られた。通常のTN型液晶表示装置の視野角が、せいぜい左右 ± 40 度、上20度、下60度であり、配向分割方法を利用した液晶表示装置の視野角が左右 ± 70 度、上下 ± 60 度であるのに比べて、非常に優れた視野角特性が得られた。

【0038】〔第2実施形態〕本発明の第2実施形態による液晶表示装置を図5及び図6を用いて説明する。図5は本実施形態による液晶表示装置を示す斜視図、図6は本実施形態による液晶表示装置の変形例を示す斜視図である。図1乃至図4に示す実施形態と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略又は簡略にする。

【0039】本実施形態は、図5に示すように、対向基板16に形成する第2電極層18の形状が第1実施形態と異なる。第1実施形態では、第2電極層18は、対向基板16の画素領域の外縁に沿った角リング形状であったが、本実施形態では、画素領域の対向する外縁のみに第2電極層18a、18bを形成している。その他の構成は、図1に示す第1実施形態と同様である。

【0040】TFT基板10に形成された第1電極層12と、第2電極層18a、18bとの間に、駆動電源22による駆動電圧が印加される。このような構成の液晶表示装置の動作について説明する。第1電極層12と第2電極層18a、18b間に電圧が印加されていない場合の液晶層20の液晶分子の配向状態は、第1実施形態と同じである。TFT基板10の下方からの入射光は上側の偏光板により遮光される。

【0041】第1電極層12と第2電極層18a、18b間に電圧が印加された場合、画素領域の、第2電極層18a、18bを横切る左右方向では、第1実施形態と同様な液晶分子の配向状態となるが、第2電極層18a、18bを横切る左右方向に直交した上下方向では、第1実施形態のような液晶分子の配向状態とはならない。したがって、上下方向の分割が第1実施形態に比べて不均一となる。

【0042】本実施形態による液晶表示装置の変形例を図6に示す。図5に示す液晶表示装置では、液晶層20はTFT基板10又は対向基板16の面にほぼ平行なホモジニアス配向であったが、図6では、液晶層20はTFT基板10又は対向基板16の面にほぼ垂直なホメオトロピック配向となっている。このように、本実施形態によれば、TFT基板と対向基板に形成した駆動電極を用いて電圧を印加することにより、面内スイッチング（IPS）による方法と同等以上の広い視野角を得るこ

12

とができる。駆動電極は異なる基板上に形成されているので、隣接する電極間での短絡を考慮することなく、広視野角で高精細度の液晶表示装置を実現することができる。また、本実施形態によれば、画素領域の対向する外縁のみに第2電極層を設ければよいので容易に製造することができる。

【0043】本実施形態の液晶表示装置を用いて、コントラスト10の視野角範囲を測定したところ、左右75度、上下70度の広視野角が得られた。

10 【第3実施形態】本発明の第3実施形態による液晶表示装置を図7及び図8を用いて説明する。図7は本実施形態による液晶表示装置を示す斜視図、図8は本実施形態による液晶表示装置の変形例を示す斜視図である。図1乃至図6に示す実施形態と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略又は簡略にする。

【0044】本実施形態は、図7に示すように、TFT基板10に形成する第1電極層12の構成が第1実施形態と異なる。第1実施形態では、第1電極層12は、TFT基板16の絶縁層14下に形成され、絶縁層14の開口部から露出していたが、本実施形態では、絶縁層を形成することなく、画素領域の中央を縦断する線に沿った第1電極層12だけが形成されている。その他の構成は、図1に示す第1実施形態と同様である。

【0045】TFT基板10に形成された第1電極層12と、第2電極層18との間に、駆動電源22による駆動電圧が印加される。このような構成の液晶表示装置の動作について説明する。第1電極層12と第2電極層18間に電圧が印加されていない場合の液晶層20の液晶分子の配向状態は、第1実施形態と同じである。TFT基板10の下方からの入射光は上側の偏光板により遮光される。

【0046】第1電極層12と第2電極層18間に電圧が印加された場合、画素領域の、第1電極層12を横切る左右方向では、第1実施形態と同様な液晶分子の配向状態となるが、第1電極層12を横切る左右方向に直交した上下方向では、第1実施形態のような液晶分子の配向状態とはならない。したがって、上下方向の分割が第1実施形態に比べて不均一となる。

【0047】本実施形態による液晶表示装置の変形例を図8に示す。図7に示す液晶表示装置では、液晶層20はTFT基板10又は対向基板16の面にほぼ平行なホモジニアス配向であったが、図8では、液晶層20はTFT基板10又は対向基板16の面にほぼ垂直なホメオトロピック配向となっている。このように、本実施形態によれば、TFT基板と対向基板に形成した駆動電極を用いて電圧を印加することにより、面内スイッチング

（IPS）による方法と同等以上の広い視野角を得ることができる。駆動電極は異なる基板上に形成されているので、隣接する電極間での短絡を考慮することなく、広視野角で高精細度の液晶表示装置を実現することができ

60

13

る。また、本実施形態によれば、絶縁層を形成する必要がないので容易に製造することができる。

【0048】本実施形態の液晶表示装置を用いて、コントラスト10の視野角範囲を測定したところ、左右70度、上下65度の広視野角が得られた。

〔第4実施形態〕本発明の第4実施形態による液晶表示装置を図9乃至図13を用いて説明する。図9は本実施形態による液晶表示装置の基本構造を示す斜視図、図10及び図11は図9の基本構造を用いたカラー液晶表示装置を示す斜視図及び平面図、図12は本実施形態によるカラー液晶表示装置の視野角特性を示すグラフ、図13は従来のTN型カラー液晶表示装置の視野角特性を示すグラフである。図1乃至図4に示す実施形態と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略又は簡略にする。

【0049】本実施形態は、図9に示すように、TFT基板10に形成する第1電極層12の構成と、対向基板16に形成する第2電極層18の形状が第1実施形態と異なる。第1実施形態では、第1電極層12は、TFT基板16の絶縁層14下に形成され、絶縁層14の開口部から露出していたが、本実施形態では、絶縁層を形成することなく、画素領域の中央を縦断する線に沿った第1電極層12だけが形成されている。また、第1実施形態では、第2電極層18は、対向基板16の画素領域の外縁に沿った角リング形状であったが、本実施形態では、画素領域の対向する外縁のみに第2電極層18a、18bを形成している。その他の構成は、図1に示す第1実施形態と同様である。

【0050】TFT基板10に形成された第1電極層12と、第2電極層18a、18bとの間に、駆動電源22による駆動電圧が印加される。このような構成の液晶表示装置の動作について説明する。第1電極層12と第2電極層18a、18b間に電圧が印加されていない場合の液晶層20の液晶分子の配向状態は、第1実施形態と同じである。TFT基板10の下方からの入射光は上側の偏光板により遮光される。

【0051】第1電極層12と第2電極層18a、18b間に電圧が印加された場合、画素領域の、第2電極層18a、18bを横切る左右方向では、第1実施形態と同様な液晶分子の配向状態となるが、第2電極層18a、18bを横切る左右方向に直交した上下方向では、第1実施形態のような液晶分子の配向状態とはならない。したがって、上下方向の分割が第1実施形態に比べて不均一となる。

【0052】なお、図示しないが、本実施形態による液晶表示装置の液晶層20は、TFT基板10又は対向基板16の面にほぼ垂直なホメオトロピック配向であってもよい。このように、本実施形態によれば、TFT基板と対向基板に形成した駆動電極を用いて電圧を印加することにより、面内スイッチング（IPS）による方法と

(8)

14

同等以上の広い視野角を得ることができる。駆動電極は異なる基板上に形成されているので、隣接する電極間での短絡を考慮することなく、広視野角で高精細度の液晶表示装置を実現することができる。また、本実施形態によれば、画素領域の対向する外縁のみに第2電極層を設ければよく、また、絶縁層を形成する必要がないので容易に製造することができる。

【0053】本実施形態の液晶表示装置を用いて、コントラスト10の視野角範囲を測定したところ、左右70度以上、上下70度以上の広視野角が得られた。次に、図9に示す基本構造を用いた構成したカラー液晶表示装置を、図10及び図11を用いて説明する。このカラー液晶表示装置では、上述した本実施形態の基本構造におけるTFT基板と対向基板を反対に用いている。

【0054】カラー液晶表示装置では、1画素領域30が赤画素領域30R、緑画素領域30G、青画素領域30Bの3つの領域に分かれている。図10の上側に位置するTFT基板32には、各画素領域30R、30G、30BにTFT素子34R、34G、34Bが設けられている。TFT素子34R、34G、34Bのゲートはゲートバスライン36により共通接続されている。

【0055】TFT素子34R、34G、34Bのソースには、図9の第2電極層18a、18bに対応する構造の電極層40R、40G、40Bが形成されている。電極層40R、40G、40Bは、ITOにより形成され、4つの電極指を有するくし型電極構造をしている。図10の下側に位置する対向基板42には、図9の第1電極層12に対応する構造の電極層44R、44G、44Bが形成されている。各電極層44R、44G、44Bは、それぞれ3つの電極指から構成されている。各電極層44R、44G、44Bの電極指は、図11に示すように、くし型の電極層40R、40G、40Bの電極指の間に位置している。

【0056】TFT基板32と対向基板42の間には液晶46が封入されている。液晶46として、メルク社製ボジ型液晶（製品番号：ZLI-4792）を用いている。くし型の電極層40R、40G、40Bの電極指の幅は約7 μ m、電極層44R、44G、44Bの電極指の幅は約7 μ mであり、くし型の電極層40R、40G、40Bの電極指と電極層44R、44G、44Bの電極指の間の間隔は約8 μ mである。

【0057】本実施形態によるカラー液晶表示装置の視野角特性を図12のグラフに示す。図13に比較のため従来のTN型カラー液晶表示装置の視野角特性を示す。図12を図13と比較すれば明かなように、従来よりも視野角特性が改善されていることがわかる。特に、左右方向、上下方向の視野角が大幅に改善されている。

〔第5実施形態〕本発明の第5実施形態による液晶表示装置を図14及び図15を用いて説明する。図14は本実施形態による液晶表示装置を示す斜視図、図15は本

(9)

15

実施形態による液晶表示装置の動作を説明する説明図である。図 9 乃至図 13 に示す第 4 実施形態と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略又は簡略にする。

【0058】本実施形態は、第 4 実施形態の構成に加えて、図 14 の上部に示す対向基板 16 の第 2 電極層 18 a、18 b の間に第 3 電極層 24 が設けられている。第 3 電極層 24 は、TFT 基板 10 上の第 1 電極層 12 と接続されている。駆動電源 22 による駆動電圧は、第 1 電極層 12 及び第 3 電極層 24 と、第 2 電極層 18 a、18 b との間に印加される。その他の構成は、図 9 乃至図 13 に示す第 4 実施形態と同様である。

【0059】このような構成の液晶表示装置の動作について説明する。第 4 実施形態の液晶装置の場合、第 1 電極層 12 と第 2 電極層 18 間に電圧が印加された場合、図 15 (a) に示すように液晶層 20 の液晶分子が配向し、第 2 電極層 18 a、18 b の間の中央領域の液晶分子が垂直となり、この部分の透過率が減少する。

【0060】本実施形態の第 3 電極層 24 は、中央領域において液晶分子が垂直となり透過率が低下するのを防止するために用いられたものである。対向基板 16 中央の第 3 電極層 24 が第 1 電極層 12 と同電位になることにより、図 15 (b) に示すように、第 3 電極層 24 から第 2 電極層 18 a、18 b への電界が生じ、液晶分子がその電界に沿って配向する。そのため、液晶分子が垂直でなくなり、透過率が小さくなる領域がなくなる。

【0061】このように、本実施形態によれば、液晶表示装置のパネル透過率を向上することができる。本実施形態の液晶表示装置は、明状態におけるパネル透過率が 10% 程度増加した。

【第 6 実施形態】本発明の第 6 実施形態による液晶表示装置を図 16 を用いて説明する。図 16 は本実施形態による液晶表示装置を示す斜視図である。図 1 乃至図 4 に示す第 1 実施形態と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略又は簡略にする。

【0062】本実施形態は、第 1 実施形態の構成に加えて、図 16 の上部に示す対向基板 16 の第 2 電極層 18 で囲まれた内部に第 3 電極層 24 が設けられている。第 3 電極層 24 は、TFT 基板 10 上の第 1 電極層 12 と接続されている。駆動電源 22 による駆動電圧は、第 1 電極層 12 及び第 3 電極層 24 と、第 2 電極層 18 との間に印加される。その他の構成は、図 1 乃至図 4 に第 1 実施形態と同様である。

【0063】このような構成の液晶表示装置の動作について説明する。第 1 実施形態の液晶表示装置の場合、第 1 電極層 12 と第 2 電極層 18 間に電圧が印加された場合、図 15 (a) に示すように液晶層 20 の液晶分子が配向し、リング状の第 2 電極層 18 a、18 b 内の領域の液晶分子が垂直となり、この部分の透過率が減少する。

16

【0064】本実施形態では、対向基板 16 中央に第 3 電極層 24 を設けたので、第 3 電極層 24 から第 2 電極層 18 a、18 b への電界が生じ、液晶分子がその電界に沿って配向する。そのため、液晶分子が垂直でなくなり、透過率が小さくなる領域がなくなる。このように、本実施形態によれば、液晶表示装置のパネル透過率を向上することができる。

【0065】〔第 7 実施形態〕本発明の第 7 実施形態による液晶表示装置を図 17 乃至図 21 を用いて説明する。図 17 は本実施形態による液晶表示装置の平面図、図 18 は本実施形態による液晶表示装置の動作を説明する説明図、図 19 は本実施形態による液晶表示装置の視野角特性を示すグラフ、図 20 は液晶層の厚さと駆動電圧との関係を示すグラフ、図 21 は図 17 の液晶表示装置の変形例を示す平面図である。

【0066】図 17 は、液晶表示装置の 1 画素分の画素領域 50 を示している。例えば 1 mm 厚のガラス製の TFT 基板 (図示せず) には、TFT 素子 52 が設けられている。TFT 素子 52 のゲートはゲートバスライン 54 により共通接続され、ドレインはドレインバスライン 56 により共通接続されている。TFT 素子 52 のソースには、第 1 電極層に相当する画素電極層 58 が形成されている。画素電極層 58 は、ITO 又は金属膜により形成され、画素領域 50 を斜めに横切る対角線に沿って形成されている。

【0067】TFT 基板に対向する対向基板 (図示せず) には、第 2 電極層に相当する対向電極層 60 が形成されている。対向電極層 60 は、画素領域 50 を斜めに横切り、画素電極層 58 に交差する対角線に沿って形成されている。画素電極層 58 と対向電極層 60 は画素領域 50 のほぼ中央に平面的にみて交差している。TFT 基板と対向基板の間にはネマティック型液晶層 62 が封入されている。液晶として、チソ社製の低 Δn ($= 0.067$)、低しきい値のものをを用いている。

【0068】TFT 基板と対向基板には液晶層 62 を配向する配向処理が施されている。図 18 (a) に示すように、液晶層 62 の配向は、TFT 基板 64 又は対向基板 66 にほぼ平行なホモジニアス配向となるような配向である。ツイスト角は 0 度とする。配向膜として、プレチルト角が比較的低いもの (製品番号: AL1054: 日本合成ゴム製) を用いている。

【0069】画素電極層 58 と対向電極層 60 の間には、駆動電源 (図示せず) から所定の駆動電圧が印加される。図示しないが、TFT 基板 64 の下方には、液晶層 62 の配向方向とほぼ同じ方向の偏光板が設けられ、対向基板 66 の上方には、液晶層 62 の配向方向にほぼ直交する偏光板が設けられている。

【0070】このような構成の液晶表示装置の動作について図 18 を用いて説明する。画素電極層 58 と対向電極層 60 間に電圧が印加されていない状態では、図 18

(10)

17

(a) に示すように、液晶層62の液晶分子は全て、TFT基板64又は対向基板66に平行に配向されている。この状態では、入射光は液晶層20の複屈折の影響を受けないため液晶層62内では偏光軸が回転しない。したがって、TFT基板64下方からの入射光は、偏光板により直線偏光とされ、TFT基板64を経て液晶層62を透過し、偏光方向が変えられることなく対向基板66を透過する。対向基板66を透過した光は、直交する偏光方向の偏光板により遮光される。

【0071】画素電極層58と対向電極層60間に電圧が印加されると、画素電極層58と対向電極層60により分割された三角形の4つの領域A、B、C、Dに異なる方向の電界が印加される。その電界の強さは、画素電極層58と対向電極層60間の交差位置に近くなるほど強くなる。したがって、液晶層62は、画素電極層58と対向電極層60の交差位置から配向状態が変化し、徐々に全領域に広がっていく。

【0072】その結果、液晶層62は、図18(b)に示すように、画素電極層58と対向電極層60の交差位置を中心として対称的に配向され、交差位置に近くなるほど強く配向される。三角形の4つの領域A、B、C、Dには、完全ではないがほぼ横方向の電界が印加され、図18(b)に示すように、各領域A、B、C、Dにおいて液晶分子がほぼ斜め方向に配向される。

【0073】この状態では、入射光は液晶層62の複屈折の影響を受け、液晶分子の配向方向に応じて偏光軸が回転する。したがって、TFT基板64下方からの入射光は、偏光板により直線偏光とされ、TFT基板64を経て液晶層62において偏光軸が回転し、対向基板66を経て上部の偏光板を透過する。電圧が印加された状態において、液晶分子は、画素電極層58と対向電極層60の交差位置を中心として同心円状に配向しているので、画素全体で考えると、あらゆる方向からの入射光も透過し、広い視野角を実現することができる。

【0074】本実施形態による液晶表示装置の視野角特性を図19のグラフに示す。本実施形態によれば広い視野角特性が実現されていることがわかる。特に、左右方向、上下方向の視野角が非常に良好である。なお、カラー液晶表示装置の場合における色つきを考慮すると、液晶の屈折率異方性を Δn 、厚さを d としたとき、 $\Delta n \times d$ が略0.5以下0.25以上であることが望ましい。この点について図20のグラフを用いて説明する。

【0075】画素電極と対向電極がずれた位置にあるとき、液晶層の厚さ(ギャップ厚) d が小さくなると液晶層への駆動電圧は大きくなる。一方、液晶層が厚くなると斜め方向からの色つきが顕著となることが知られている。ギャップ厚 d が厚くなると、色つきが顕著となり十分な特性が得られない。図20は屈折率異方性を $\Delta n = 0.067$ の液晶を用いた場合の、液晶層の厚さ(ギャップ厚) d と駆動電圧 V との関係を示すグラフである。

18

斜め方向からの色つきが顕著になる領域をハッチングにより示している。

【0076】図20のグラフから明らかなように、 Δn が0.067で、ギャップ厚が $7.5 \mu m$ の場合、すなわち、 $\Delta n \times d$ がほぼ0.5であれば、色つきの問題を回避することができる。この点について詳しく説明する。一般に、 $\Delta n d$ が大きくなると応答速度が遅くなり、色づきは顕著になる傾向にある。この点からすると、 $\Delta n d$ はできるだけ小さいことが望ましい。しかしながら、 $\Delta n d$ が小さくすると、白輝度が低下し、小さすぎることも望ましくない。応答速度については液晶材料の改良により今後改善していくことが期待できるが、色つきは $\Delta n d$ により一義的に決まるので、許容できる最大の値がある。

【0077】本願発明者の実験によれば、斜め45度方向から見たときの色つきで評価すると、 $\Delta n d$ が0.5がほぼ限界値であることがわかった。すなわち、 $\Delta n d$ が0.2、0.3、0.4の場合には液晶パネルの色つきはなかったが、 $\Delta n d$ が0.5になると若干の色つきが発生し、 $\Delta n d$ が0.6になるとはっきり色つきしていた。

【0078】一方、輝度の点では、液晶分子が全て偏光板の軸に対して45度方向に配列したと仮定した場合、 $\Delta n d = 1/2 \lambda$ が直線偏光を90度回転させて出力するために必要であるため、実際の液晶パネルでは、それ以上の液晶厚が必要となる。これは、配向膜表面近傍の液晶分子は電圧印加時にほとんど変形せず、偏光への影響や寄与がないためである。

【0079】本実施形態による液晶表示装置の変形例を図21に示す。図17に示す液晶表示装置と異なり、TFT素子52のソースに接続された画素電極層58が、画素領域50の右下角から左上角に向かって斜めに横切る対角線に沿って形成されている。また、対向電極層60は、画素領域50の左下角から右上角に向かって斜めに横切る対角線に沿って形成されている。

【0080】画素領域50は、画素電極層58と対向電極層60により、図17の液晶表示装置と同様に、三角形の4つの領域A、B、C、Dに分割される。電圧が印加された場合の動作も同様である。このように、本実施形態によれば、TFT基板と対向基板に形成した画素電極と対向電極を用いて電圧を印加することにより、面内スイッチング(IPS)による方法と同等以上の広い視野角を得ることができる。画素電極と対向電極は異なる基板上に形成されているので、隣接する電極間での短絡を考慮することなく、広視野角で高精細度の液晶表示装置を実現することができる。また、本実施形態によれば、全ての方向からの入射光に対しても同等な視野角特性であるので、上下左右の方向依存性の少ない広視野角の液晶表示装置を実現することができる。

【0081】[第8実施形態] 本発明の第8実施形態に

(11)

19

よる液晶表示装置を図 2 2 乃至図 2 4 を用いて説明する。図 2 2 は本実施形態による液晶表示装置を示す平面図、図 2 3 は本実施形態による液晶表示装置の要部を示す断面図、図 2 4 は図 2 2 の液晶表示装置の変形例を示す平面図である。図 1 7 乃至図 2 1 に示す第 7 実施形態と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略又は簡略にする。

【0082】本実施形態は、図 2 2 に示すように、画素電極層 5 8 と対向電極層 6 0 の形状が第 7 実施形態と異なる。その他の構成は、図 1 7 乃至図 2 1 に示す第 7 実施形態と同様である。本実施形態では、TFT 素子 5 2 のソースに接続される画素電極層 5 8 が画素領域 5 0 の外縁に沿って延び、画素領域 5 0 のほぼ中央で直角に曲がり、画素領域 5 0 を横断している。対向電極層 6 0 は画素領域 5 0 の外縁に沿って延びている。画素領域 5 0 は、画素電極層 5 8 と対向電極層 6 0 により、2 つの領域 A、B に分けられる。

【0083】画素電極層 5 8 と対向電極層 6 0 間に電圧が印加されると、画素電極層 5 8 と対向電極層 6 0 により分割された四角形状の 2 つの領域 A、B に異なる方向の電界が印加される。その電界の強さは、画素電極層 5 8 と対向電極層 6 0 間の交差位置に近くなるほど強くなる。したがって、液晶層 6 2 は、画素電極層 5 8 と対向電極層 6 0 の交差位置から配向状態が変化し、徐々に全領域に広がっていく。

【0084】その結果、液晶層 6 2 は、画素電極層 5 8 と対向電極層 6 0 の交差位置を中心として対称的に配向され、交差位置に近くなるほど強く配向される。四角形状の 2 つの領域 A、B には、完全ではないがほぼ横方向の電界（画素領域 5 0 に対しては斜め方向の電界）が印加され、各領域 A、B において液晶分子がほぼ斜め方向に配向される。

【0085】本実施形態によれば、画素電極層 5 8 も対向電極層 6 0 も画素領域 5 0 に平行であり、ゲートバスラインやドレインバスラインと平行であるので、容易にパターンニングすることができる。次に、図 2 3 を用いて、ブラックマトリクス層を利用した電極層について説明する。

【0086】通常、液晶表示装置にはブラックマトリクス層という遮光膜が設けられている。ブラックマトリクス層には Cr 等の金属が用いられる。本実施形態では、この金属のブラックマトリクス層を利用して液晶層に電圧を印加する電極層を形成する。カラー液晶表示装置の場合、ガラス基板 7 0 には、ブラックマトリクス層 7 2、ITO 層 7 4、カラーフィルタ層 7 6、配向膜 7 8 が形成されている。本実施形態では、図 2 3 (a) に示すように、ブラックマトリクス層 7 2 を電極層のパターンに形成すると共に、カラーフィルタ層 7 6 を電極層のパターンに開口する。このようにすると、ブラックマトリクス層 7 2 が露出し、液晶層 8 0 に電圧を印加するこ

20

とができる。

【0087】また、図 2 3 (b) に示すように、カラーフィルタ層 7 6 上に、電極層の形状にパターンニングされたブラックマトリクス層 7 2、ITO 層 7 4 を形成する。このようにすると、ブラックマトリクス層 7 2 により液晶層 8 0 に電圧を印加することができる。本実施形態による液晶表示装置の変形例を図 2 4 に示す。図 2 2 に示す液晶表示装置とは、画素電極層 5 8 と対向電極層 6 0 のパターンが反対になっている。TFT 素子 5 2 のソースに接続された画素電極層 5 8 が、画素領域 5 0 の左側外縁に沿って形成され、対向電極層 6 0 が、画素領域 5 0 の左側外縁上部から外縁に沿って延び、画素領域 5 0 のほぼ中央で直角に曲がり、画素領域 5 0 を横断している。

【0088】このように、本実施形態によれば、TFT 基板と対向基板に形成した画素電極と対向電極を用いて電圧を印加することにより、面内スイッチング (IPS) による方法と同等以上の広い視野角を得ることができる。画素電極と対向電極は異なる基板上に形成されているので、隣接する電極間での短絡を考慮することなく、広視野角で高精細度の液晶表示装置を実現することができる。また、本実施形態によれば、電極層のパターンが画素領域 5 0 の外縁に沿って、ゲートバスラインやドレインバスラインと平行であるので、容易に製造することができる。さらに、ブラックマトリクス層を利用して電極層を形成することができるので、工程数を増加させることがない。

【0089】なお、電極の具体的パターンについては、本実施形態の形状に限定されるものではなく、配線や隣接する画素との関係などを考慮した様々な形状が可能である。

〔第 9 実施形態〕本発明の第 9 実施形態による液晶表示装置を図 2 5 乃至図 2 7 を用いて説明する。図 2 5 は本実施形態による液晶表示装置を示す平面図、図 2 6 は本実施形態による液晶表示装置の動作を説明する説明図、図 2 7 は図 2 5 の液晶表示装置の変形例を示す平面図である。図 1 7 乃至図 2 1 に示す第 7 実施形態と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略又は簡略にする。

【0090】本実施形態は、画素電極層 5 8 と対向電極層 6 0 の形状が第 7 実施形態と異なる。その他の構成は、図 1 7 乃至図 2 1 に示す第 7 実施形態と同様である。本実施形態では、図 2 5 に示すように、TFT 素子 5 2 のソースに接続される画素電極層 5 8 は、画素領域 5 0 を斜めに横切るように、屈曲して横向きの V 字形形状をしている。対向電極層 6 0 も、画素領域 5 0 を斜めに横切るように、屈曲して横向きの V 字形形状をしている。画素電極層 5 8 と対向電極層 6 0 とは、画素領域 5 0 内の 2 ヶ所で交差している。画素領域 5 0 は、画素電極層 5 8 と対向電極層 6 0 により、7 つの領域 A、B、

(12)

21

C、D、E、F、Gに分けられる。

【0091】画素電極層58と対向電極層60間に電圧が印加されると、画素電極層58と対向電極層60により分割された7つの領域A、B、C、D、E、F、Gに異なる方向の電界が印加される。その電界の強さは、画素電極層58と対向電極層60間の交差位置に近くなるほど強くなる。したがって、液晶層62は、画素電極層58と対向電極層60の交差位置から配向状態が変化し、徐々に全領域に広がっていく。

【0092】その結果、液晶層62は、画素電極層58と対向電極層60の2つの交差位置を中心として対称的に配向され、交差位置に近くなるほど強く配向される。7つの領域A、B、C、D、E、F、Gには、完全ではないがほぼ横方向の電界が印加され、液晶分子がほぼ横方向に配向される。本実施形態の液晶表示装置では、画素電極層58と対向電極層60間の距離が交差位置から遠くなると長くなるため、液晶層に十分な強度の電界が印加されず、横方向に配向されないおそれがある。

【0093】図26のグラフは、画素電極層58と対向電極層60間の最大距離dと、液晶を配向させるために必要な駆動電圧Vとの関係を示している。最大距離dが大きくなると大きな駆動電圧Vが必要となる。通常の画素領域50の外縁の長さは50 μ m程度であるので、最大距離dも50 μ m程度であり、図26のグラフから約5V以下の駆動電圧で駆動可能であることがわかる。

【0094】本実施形態による液晶表示装置の変形例を図27に示す。図25に示す液晶表示装置とは、画素電極層58と対向電極層60のパターンが反対になっている。TFT素子52のソースに接続された画素電極層58が、画素領域50の下側外縁に沿って延びた後、横向きV字型形状の形状をしている。対向電極層60は、画素電極層50と反対向きのV字型形状をしている。

【0095】このように、本実施形態によれば、TFT基板と対向基板に形成した画素電極と対向電極を用いて電圧を印加することにより、面内スイッチング（IPS）による方法と同等以上の広い視野角を得ることができる。画素電極と対向電極は異なる基板上に形成されているので、隣接する電極間での短絡を考慮することなく、広視野角で高精細度の液晶表示装置を実現することができる。また、本実施形態によれば、ひとつの画素領域における液晶層が6つの領域に細かく分割されるので、方向に対して均一な広視野角が実現できる。

【0096】なお、電極の具体的パターンについては、本実施形態の形状に限定されるものではなく、配線や隣接する画素との関係などを考慮した様々な形状が可能である。

【第10実施形態】本発明の第10実施形態による液晶表示装置を図28及び図29を用いて説明する。図28は本実施形態による液晶表示装置を示す平面図、図29は図28の液晶表示装置の変形例を示す平面図である。

22

図17乃至図21に示す第7実施形態と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略又は簡略にする。

【0097】本実施形態は、画素電極層58と対向電極層60の形状が第7実施形態と異なる。その他の構成は、図17乃至図21に示す第7実施形態と同様である。本実施形態では、図28に示すように、TFT素子52のソースに接続される画素電極層58が、画素領域50の左側外縁に沿って延び、画素領域50のほぼ中央で直角に曲げられ、画素領域50を横切るようなL字型形状をしている。対向電極層60は、画素領域50の上側外縁に沿って延び、画素領域50のほぼ中央で直角に曲げられ、画素領域50を縦方向に横切るようなL字型形状をしている。画素電極層58と対向電極層60とは、画素領域50のほぼ中央で交差している。画素領域50は、画素電極層58と対向電極層60により、四角形状の4つの領域A、B、C、Dに分けられる。

【0098】画素電極層58と対向電極層60間に電圧が印加されると、画素電極層58と対向電極層60により分割された4つの領域A、B、C、Dに異なる方向の電界が印加される。その電界の強さは、画素電極層58と対向電極層60間の交差位置に近くなるほど強くなる。したがって、液晶層62は、画素電極層58と対向電極層60の交差位置から配向状態が変化し、徐々に全領域に広がっていく。

【0099】その結果、液晶層62は、画素電極層58と対向電極層60の2つの交差位置を中心として対称的に配向され、交差位置に近くなるほど強く配向される。6つの領域A、B、C、Dには、完全ではないがほぼ横方向の電界が印加され、液晶分子がほぼ横方向に配向される。本実施形態による液晶表示装置の変形例を図29に示す。図28に示す液晶表示装置とは、画素電極層58と対向電極層60のパターンが反対になっている。画素電極層58は、画素領域50の下側外縁に沿って延び、画素領域50のほぼ中央で直角に曲げられ、画素領域50を縦方向に横切るようなL字型形状をしている。対向電極層60は、画素領域50の左側外縁に沿って延び、画素領域50のほぼ中央で直角に曲げられ、画素領域50を横切るようなL字型形状をしている。画素電極層58と対向電極層60とは、画素領域50のほぼ中央で交差している。画素領域50は、画素電極層58と対向電極層60により、四角形状の4つの領域A、B、C、Dに分けられる。

【0100】このように、本実施形態によれば、TFT基板と対向基板に形成した画素電極と対向電極を用いて電圧を印加することにより、面内スイッチング（IPS）による方法と同等以上の広い視野角を得ることができる。画素電極と対向電極は異なる基板上に形成されているので、隣接する電極間での短絡を考慮することなく、広視野角で高精細度の液晶表示装置を実現することができる。また、本実施形態によれば、電極層のパター

(13)

23

ンが画素領域の外縁に沿って、ゲートバスラインやドレインバスラインと平行に接続されて、開口率を低下させることなく製造することができる。

【0101】〔第11実施形態〕本発明の第11実施形態による液晶表示装置を図30乃至図33を用いて説明する。図30は本実施形態による液晶表示装置のTFT基板と対向基板を示す平面図、図31は本実施形態による液晶表示装置を示す平面図及び断面図、図32は本実施形態による液晶表示装置の動作を説明するための説明図、図33は本実施形態による液晶表示装置の視野角特性を示すグラフである。

【0102】本実施形態では、上述した第3実施形態による液晶表示装置を基本構造として特徴的な構成を加えたが、上述した他の実施形態による液晶表示装置を基本構造として、本実施形態の特徴的な構成を加えるようにしてもよい。図30、図31は本実施形態の液晶表示装置の1画素分の画素領域100のパネル構造を示している。画素電極層及び対向電極層の構成は上述した第3実施形態と同様である。

【0103】図30(a)に示すTFT基板114には、TFT素子102が設けられている。TFT素子102のゲートはゲートバスライン104により共通接続され、ドレインはドレインバスライン106により共通接続されている。TFT素子102のソースには、第1電極層に相当する画素電極層108が形成されている。画素電極層108は、ITOにより形成され、画素領域100の中央を縦方向に横切る線に沿って形成されている。

【0104】図30(b)に示す、TFT基板に対向する対向基板116には、第2電極層に相当する対向電極層110が形成されている。対向電極層110は、画素領域50の外縁に沿って角リング形状をしている。TFT基板114と対向基板116間は液晶層112が封入されている。TFT基板114、対向基板116には、液晶層112を配向させるために、表面に配向処理が施されるが、本実施形態では、画素領域100内に異なるプレチルト角の配向処理を施している点に特徴がある。

【0105】TFT基板114には画素領域100の下側から上側へ方向に配向処理が施される。画素電極層108により縦に2分割された画素領域100を横方向の分割線により更に2分割している。画素領域100の上側の領域A、Bのプレチルト角 $\alpha 1$ の配向処理を施し、下側の領域C、Dをより小さいプレチルト角 $\alpha 2$ ($< \alpha 1$)の配向処理を施している。

【0106】対向基板116にも、TFT基板114と同様に、画素領域100の下側から上側へ方向に配向処理が施され、画素領域100は横方向の分割線により2分割されている。対向基板116ではTFT基板114とは逆に、上側の領域A、Bにはプレチルト角 $\alpha 2$ ($< \alpha 1$)の配向処理を施し、下側の領域C、Dにはプ

24

レチルト角 $\alpha 1$ の配向処理を施している。

【0107】このため、画素領域100の4分割された領域A、B、C、Dでは、TFT基板114側のプレチルト角と対向基板116側のプレチルト角が異なることになる。領域A、BではTFT基板114の方がプレチルト角が大きく、領域C、Dでは対向基板116側のプレチルト角が大きくなる。画素電極層108と対向電極層110に駆動電圧が印加されていない状態では、画素領域100の全ての領域において液晶分子がほぼ横方向に配向しており、暗状態となる。

【0108】しかしながら、配向方向とプレチルト角の相違により、図32(a)に示すように、4つの領域A、B、C、Dにおいて、画素領域100の中心をほぼ境として逆方向にわずかに立ち上がるように配向している。すなわち、領域A、Bでは、下側から上側へ方向の配向処理が施されていて、TFT基板114側のプレチルト角が大きいため、上側がわずかに持ち上がるように配向している。領域C、Dでは、下側から上側へ方向の配向処理が施されていて、TFT基板114側のプレチルト角が小さいから、下側にわずかに持ち上がるように配向している。

【0109】画素電極層108と対向電極層110に駆動電圧が印加されると、図32(b)に示すように、液晶層112の液晶分子が、図31に示すように、駆動電圧による電界とプレチルト角の相違により4つの領域A、B、C、Dでほぼ放射状に配向する。駆動電圧が印加された場合の変化の方向を図31及び図32(b)で矢印で示している。

【0110】このように、本実施形態によれば、TFT基板と対向基板に形成した画素電極と対向電極を用いて電圧を印加することにより、面内スイッチング(IPS)による方法と同等以上の広い視野角を得ることができる。画素電極と対向電極は異なる基板上に形成されているので、隣接する電極間での短絡を考慮することなく、広視野角で高精細度の液晶表示装置を実現することができる。また、本実施形態によれば、配向処理の方向とプレチルト角とを工夫することにより、画素領域を電圧印加時の配向方向が異なる領域に更に分割することができ、あらゆる方向に対して均一な広視野角が実現できる。

【0111】本実施形態による液晶表示装置の視野角特性を図33のグラフに示す。本実施形態によれば広い視野角特性が実現されていることがわかる。特に、左右方向、上下方向の視野角が非常に良好である。また、本実施形態によれば、4種のドメインによる表示となるため、色度の視覚変化も極めて小さい。

〔第12実施形態〕本発明の第12実施形態による液晶表示装置を図34及び図35を用いて説明する。図34は本実施形態による液晶表示装置のTFT基板と対向基板を示す平面図、図35は本実施形態による液晶表示装

(14)

25

置を示す平面図及び断面図である。図30乃至図31に示す第11実施形態と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略又は簡略にする。

【0112】本実施形態では、TFT基板114上の画素電極層108、対向基板116上の対向電極層110により横方向電界を液晶層112に印加しながら、画素電極層108と対向電極層110が対向する領域も設けることにより、電荷の蓄積に起因する画面の焼き付きを防止するものである。TFT基板114の画素電極層108は、図34(a)に示すように、2つの電極指を有するくし型形状をしており、各電極指を太くしている。このTFT基板114には画素領域100の下側から上側への方向に配向処理が施される。画素電極層108により縦に2分割された画素領域100を横方向の分割線により更に2分割している。画素領域100の上側の領域にプレチルト角 $\alpha 1$ の配向処理を施し、下側の領域により小さいプレチルト角 $\alpha 2$ ($< \alpha 1$)の配向処理を施している。

【0113】対向基板116の対向電極層110は、図34(b)に示すように、電極層を太くし、2つの窓部が形成されたような形状をしている。この対向基板116にも、TFT基板114と同様に、画素領域100の下側から上側への方向に配向処理が施され、画素領域100は横方向の分割線により2分割されている。対向基板116ではTFT基板114とは逆に、上側の領域にはプレチルト角 $\alpha 2$ ($< \alpha 1$)の配向処理を施し、下側の領域にはプレチルト角 $\alpha 1$ の配向処理を施している。

【0114】TFT基板114と対向基板116を液晶層112を介して対向させると、図35のような構成となり、画素電極層108と対向電極層110により液晶層112に液晶層112に横方向の電界が印加される非対向領域と共に、画素電極層108と対向電極層110が対向する対向領域も形成される。したがって、長時間の動作により蓄積された電荷は対向領域において放電され、画面の焼き付きを防止することができる。

【0115】なお、良好な視野角特性を得るためには、対向領域より非対向領域が広い方が望ましい。このように、本実施形態によれば、TFT基板と対向基板に形成した画素電極と対向電極を用いて電圧を印加することにより、面内スイッチング (IPS) による方法と同等以上の広い視野角を得ることができる。画素電極と対向電極は異なる基板上に形成されているので、隣接する電極間での短絡を考慮することなく、広視野角で高精細度の液晶表示装置を実現することができる。また、本実施形態によれば、対向領域を設けたので電荷が蓄積して画面が焼き付くことを有効に防止することができる。

【0116】【変形実施形態】本発明は上記実施形態に限らず種々の変形が可能である。例えば、上述した第7乃至第10実施形態では、TFT基板側に第1電極層を形成し、対向基板側に第2電極層を形成したが、TFT

26

基板側又は対向基板側に第1電極層と第2電極層の双方を絶縁膜を介して設けるようにしてもよい。

【0117】

【実施例】図10及び図11に示す構造のカラー液晶表示装置について、各方位における電圧・透過率特性と階調反転特性を測定した。TFT基板32には、4つの電極指を有するくし型電極の電極層40R、40G、40Bを形成した。対向基板42には、3つの電極指からなる電極層44R、44G、44Bを形成した。各電極層44R、44G、44Bの電極指は、くし型の電極層40R、40G、40Bの電極指の間に位置させた。

【0118】TFT基板32と対向基板42間に封入する液晶46として、メルク社製ポジ型液晶 (製品番号: ZLI-4792) を用いた。くし型の電極層40R、40G、40Bの電極指の幅は約 $7\mu\text{m}$ 、電極層44R、44G、44Bの電極指の幅は約 $7\mu\text{m}$ であり、くし型の電極層40R、40G、40Bの電極指と電極層44R、44G、44Bの電極指の間の間隔は約 $8\mu\text{m}$ である。TFT基板32と対向基板42間のギャップ、すなわち、液晶層46の厚さを $5\mu\text{m}$ とした。

【0119】図36乃至図40に測定結果を示す。図36は、方位の角度 c が $+90$ 度における電圧・透過率特性と階調反転特性を示し、図37は、方位の角度 c が $+45$ 度における電圧・透過率特性と階調反転特性を示し、図38は、方位の角度 c が 0 度における電圧・透過率特性と階調反転特性を示し、図39は、方位の角度 c が -45 度における電圧・透過率特性と階調反転特性を示し、図40は、方位の角度 c が -90 度における電圧・透過率特性と階調反転特性を示す。これら図36乃至図40の上図(a)は、方位の角度 b を 0 度から 70 度まで変化させた場合の、印加電圧と透過率との関係を示し、下図(b)は、8階調となるように印加電圧を変化させた場合の、方位の角度 b と明るさとの関係を示す。

【0120】なお、方位の角度 b 、 c は、液晶表示装置の表示面に対して見る方向を示すものである。図41に示すように、角度 b は、液晶表示装置の表示面に対する角度を示している。角度 b が 0 度の場合、見る方向が表示面に対して垂直上方であることを示し、角度 b が 90 度の場合、見る方向が表示面に沿った方向であることを示し、角度 b が 180 度の場合、見る方向が表示面の裏側から垂直であることを示している。

【0121】また、角度 c は、液晶表示装置の表示面の面内の角度を示している。角度 c が 0 度の場合、見る方向が表示面に対して右からの方向であることを示し、角度 c が $+90$ 度の場合、見る方向が表示面に対して上からの方向であることを示し、角度 c が -90 度の場合、見る方向が表示面に対して下からの方向であることを示している。

【0122】図36乃至図40に示す測定結果から、面内スイッチング (IPS) による方法と同等以上の広い

(15)

27

視野角を得ることができ、しかも、あらゆる方向に対して均一な広視野角が実現できたことがわかった。

【0123】

【発明の効果】以上の通り、本発明によれば、相対して配置された第1の基板及び第2の基板と、第1の基板と第2の基板間に封入された液晶とを有する液晶表示装置において、第1の基板上であって、所定領域の所定位置に形成された第1の電極と、第2の基板上であって、所定領域の第1の電極に対してずれた位置に形成された第2の電極とを有し、第1の電極と第2の電極間に電圧が印加されたとき、所定領域は、液晶に対する電圧印加状態が異なる少なくとも2つの第1の領域と第2の領域とに分けられ、第1の領域の液晶の配向方向と第2の領域の液晶の配向方向とが異なるようにしたので、面内スイッチング（IPS）による方法と同等以上の広い視野角を得ることができる。第1の電極と第2の電極は異なる基板上に形成されているので、隣接する電極間での短絡を考慮することなく、広視野角で高精細度の液晶表示装置を実現することができ、また、全ての方向からの入射光に対しても同等な視野角特性であるので、上下左右の方向依存性のない広視野角の液晶表示装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態による液晶表示装置を示す斜視図である。

【図2】本発明の第1実施形態による液晶表示装置の動作を説明する説明図である。

【図3】本発明の第1実施形態による液晶表示装置の視野角を説明する説明図である。

【図4】本発明の第1実施形態による液晶表示装置の変形例を示す斜視図である。

【図5】本発明の第2実施形態による液晶表示装置を示す斜視図である。

【図6】本発明の第2実施形態による液晶表示装置の変形例を示す斜視図である。

【図7】本発明の第3実施形態による液晶表示装置を示す斜視図である。

【図8】本発明の第3実施形態による液晶表示装置の変形例を示す斜視図である。

【図9】本発明の第4実施形態による液晶表示装置の基本構造を示す斜視図である。

【図10】本発明の第4実施形態によるカラー液晶表示装置を示す斜視図である。

【図11】本発明の第4実施形態によるカラー液晶表示装置を示す平面図である。

【図12】本発明の第4実施形態によるカラー液晶表示装置の視野角特性を示すグラフである。

【図13】従来のTN型カラー液晶表示装置の視野角特性を示すグラフである。

【図14】本発明の第5実施形態による液晶表示装置を

28

示す斜視図である。

【図15】本発明の第5実施形態による液晶表示装置の動作を説明する説明図である。

【図16】本発明の第6実施形態による液晶表示装置を示す斜視図である。

【図17】本発明の第7実施形態による液晶表示装置を示す斜視図である。

【図18】本発明の第7実施形態による液晶表示装置の動作を説明する説明図である。

10 【図19】本発明の第7実施形態による液晶表示装置の視野角特性を示すグラフである。

【図20】液晶表示装置における液晶層の厚さと駆動電圧との関係を示すグラフである。

【図21】本発明の第7実施形態による液晶表示装置の変形例を示す斜視図である。

【図22】本発明の第8実施形態による液晶表示装置を示す平面図である。

【図23】本発明の第8実施形態による液晶表示装置の要部を示す断面図である。

20 【図24】本発明の第8実施形態による液晶表示装置の変形例を示す平面図である。

【図25】本発明の第9実施形態による液晶表示装置を示す平面図である。

【図26】本発明の第9実施形態による液晶表示装置の動作を説明するための説明図である。

【図27】本発明の第9実施形態による液晶表示装置の変形例を示す平面図である。

【図28】本発明の第10実施形態による液晶表示装置を示す平面図である。

30 【図29】本発明の第10実施形態による液晶表示装置の変形例を示す平面図である。

【図30】本発明の第11実施形態による液晶表示装置のTFT基板と対向基板を示す平面図である。

【図31】本発明の第11実施形態による液晶表示装置を示す平面図及び断面図である。

【図32】本発明の第11実施形態による液晶表示装置の動作を説明するための説明図である。

【図33】本発明の第11実施形態による液晶表示装置の視野角特性を示すグラフである。

40 【図34】本発明の第12実施形態による液晶表示装置のTFT基板と対向基板を示す平面図である。

【図35】本発明の第12実施形態による液晶表示装置を示す平面図及び断面図である。

【図36】実施例の液晶表示装置の方位+90度における電圧・透過率特性と階調反転特性を示すグラフである。

【図37】実施例の液晶表示装置の方位+45度における電圧・透過率特性と階調反転特性を示すグラフである。

50 【図38】実施例の液晶表示装置の方位0度における電

(16)

29

圧・透過率特性と階調反転特性を示すグラフである。

【図39】実施例の液晶表示装置の方位-45度における電圧・透過率特性と階調反転特性を示すグラフである。

【図40】実施例の液晶表示装置の方位-90度における電圧・透過率特性と階調反転特性を示すグラフである。

【図41】液晶表示装置の方位を説明する説明図である。

【図42】ノーマリホワイトモードのTN型液晶ディスプレイの動作を説明する説明図である。

【図43】面内スイッチング（IPS）を用いた液晶表示装置の液晶層の厚さ及び電極間ギャップと駆動電圧との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

10…TFT基板
12…第1電極層
14…絶縁層
16…対向基板
18…第2電極層
20…液晶層
22…駆動電源
30…画素領域
30R…赤画素領域
30G…緑画素領域
30B…青画素領域
32…TFT基板
34R、34G、34B…TFT素子
36…ゲートバスライン
38…ドレインバスライン
40R、40G、40B…電極層

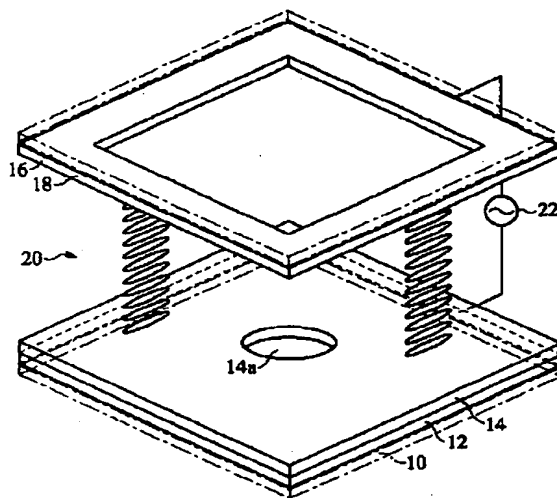
30

42…対向基板
44R、44G、44B…電極層
46…液晶
50…画素領域
52…TFT素子
54…ゲートバスライン
56…ドレインバスライン
58…画素電極層
60…対向電極層
62…液晶層
64…TFT基板
66…対向基板
70…ガラス基板
72…ブラックマトリクス層
74…ITO層
76…カラーフィルタ層
78…配向膜
80…液晶層
100…画素領域
102…TFT素子
104…ゲートバスライン
106…ドレインバスライン
108…画素電極層
110…対向電極層
112…液晶層
114…TFT基板
116…対向基板
200…TN型液晶層
202、204…ガラス基板
206、208…偏光板

(17)

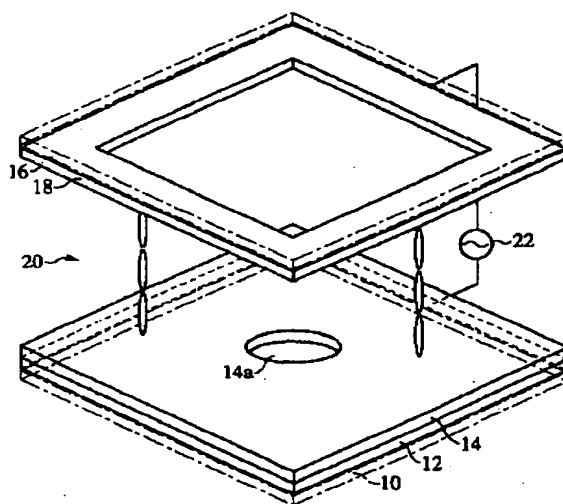
【図1】

本発明の第1実施形態による液晶表示装置を示す斜視図



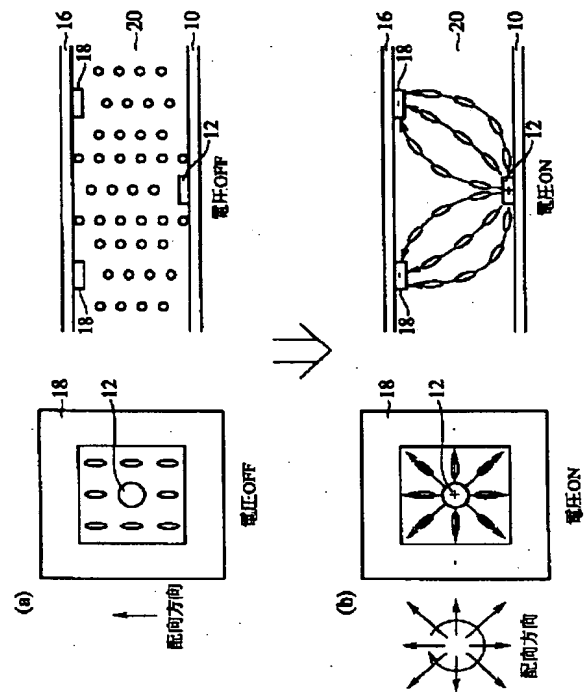
【図4】

本発明の第1実施形態による液晶表示装置の変形例を示す斜視図



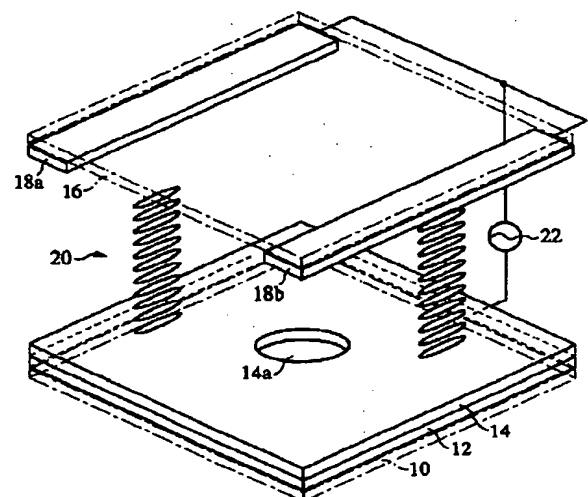
【図2】

本発明の第1実施形態による液晶表示装置の動作を説明する説明図



【図5】

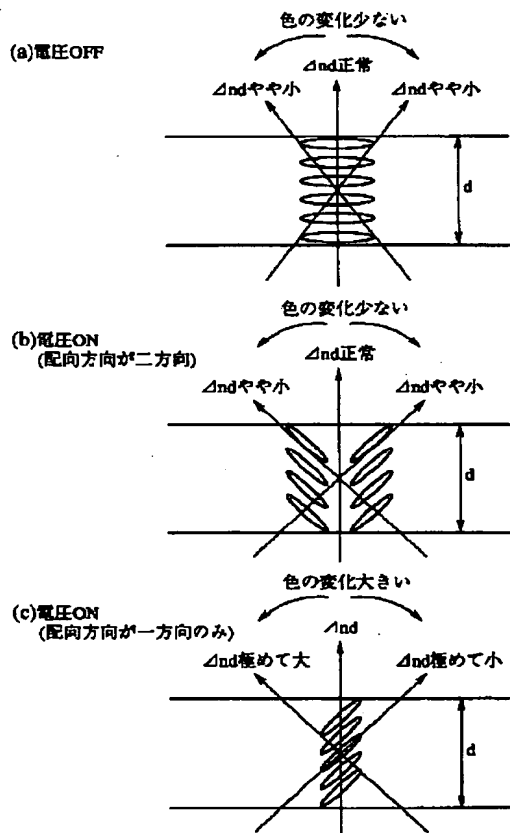
本発明の第2実施形態による液晶表示装置を示す斜視図



(18)

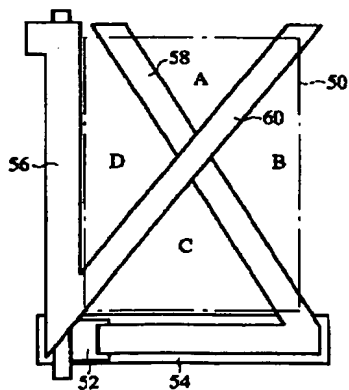
【図3】

本発明の第1実施形態による液晶表示装置の視野角を説明する説明図



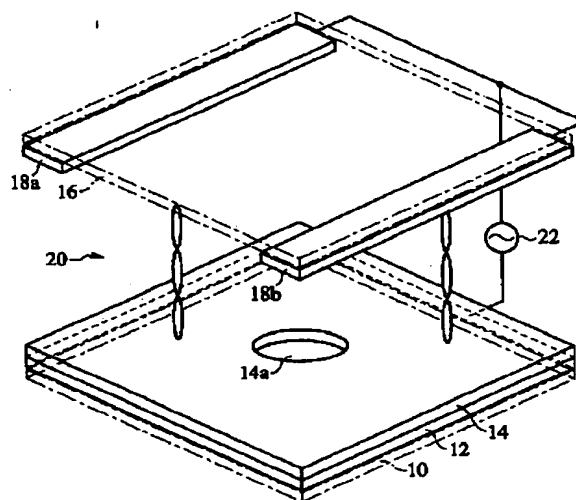
【図21】

本発明の第7実施形態による液晶表示装置の変形例を示す斜視図



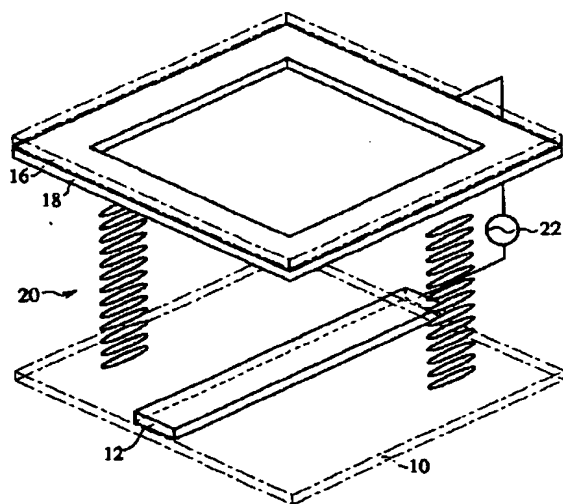
【図6】

本発明の第2実施形態による液晶表示装置の変形例を示す斜視図



【図7】

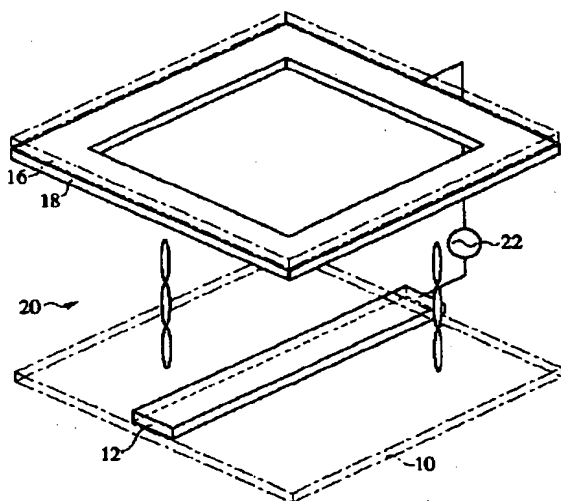
本発明の第3実施形態による液晶表示装置を示す斜視図



(19)

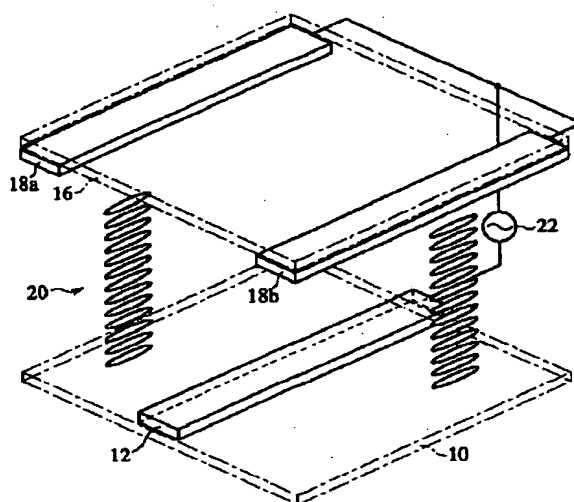
【図 8】

本発明の第3実施形態による液晶表示装置の変形例を示す斜視図



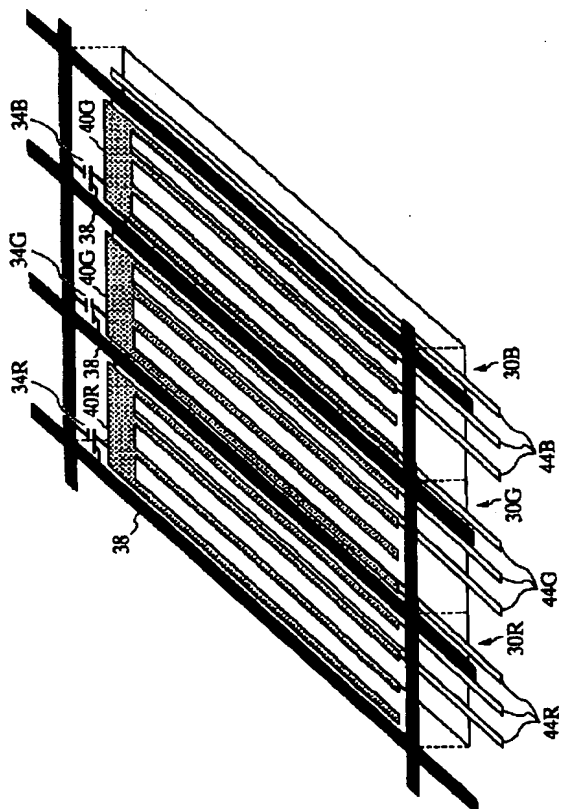
【図 9】

本発明の第4実施形態による液晶表示装置の基本構造を示す斜視図



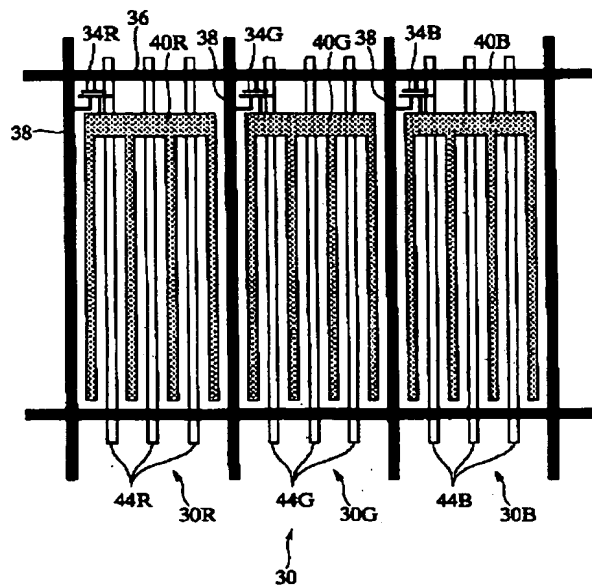
【図 10】

本発明の第4実施形態によるカラー液晶表示装置を示す斜視図



【図 11】

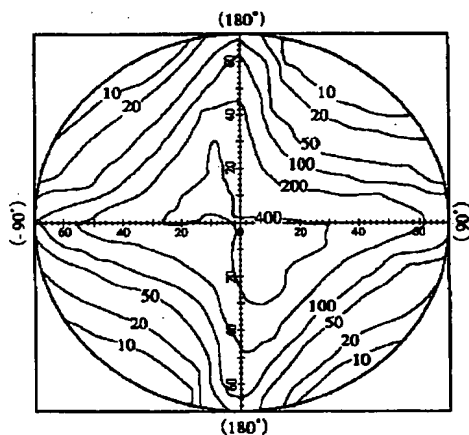
本発明の第4実施形態によるカラー液晶表示装置を示す平面図



(20)

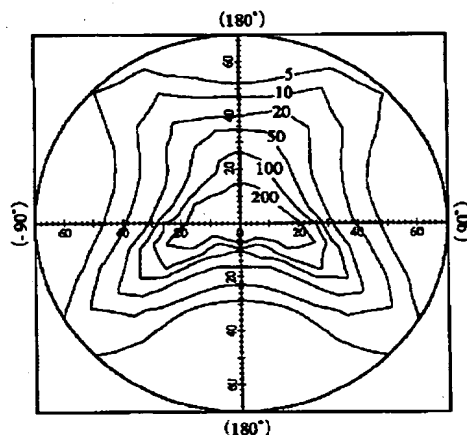
【図12】

本発明の第4実施形態によるカラー液晶表示装置の視野角特性を示すグラフ



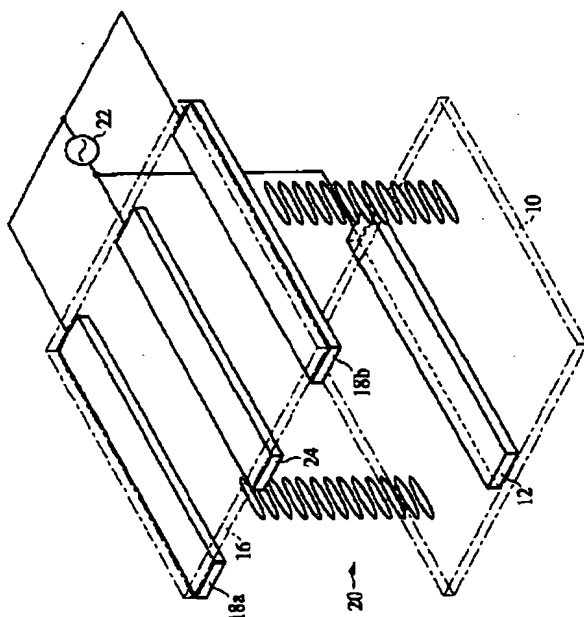
【図13】

従来のTN型カラー液晶表示装置の視野角特性を示すグラフ



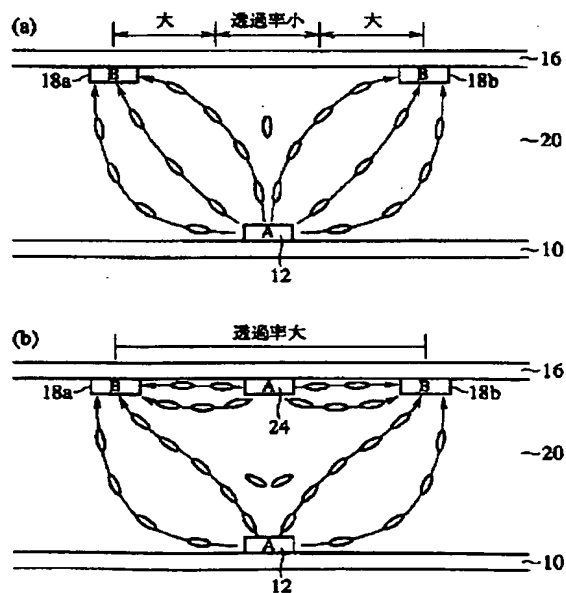
【図14】

本発明の第5実施形態による液晶表示装置を示す斜視図



【図15】

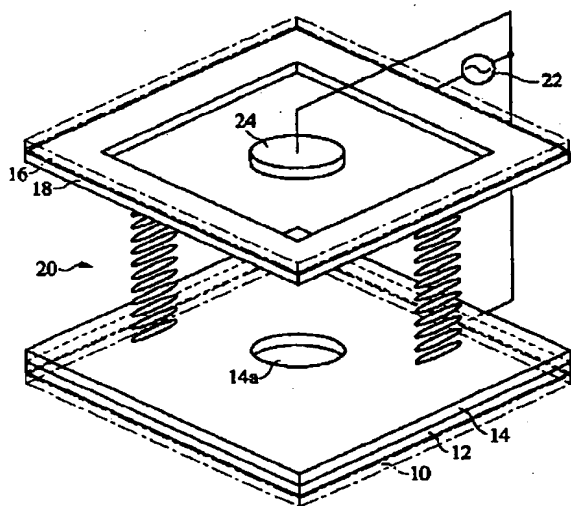
本発明の第5実施形態による液晶表示装置の動作を説明する説明図



(21)

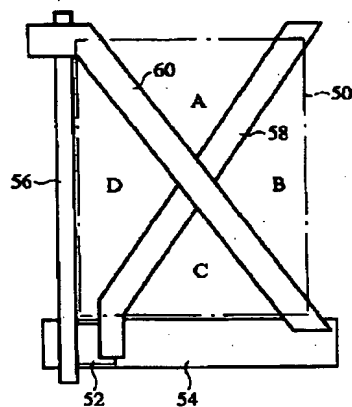
【図16】

本発明の第6実施形態による液晶表示装置を示す斜視図



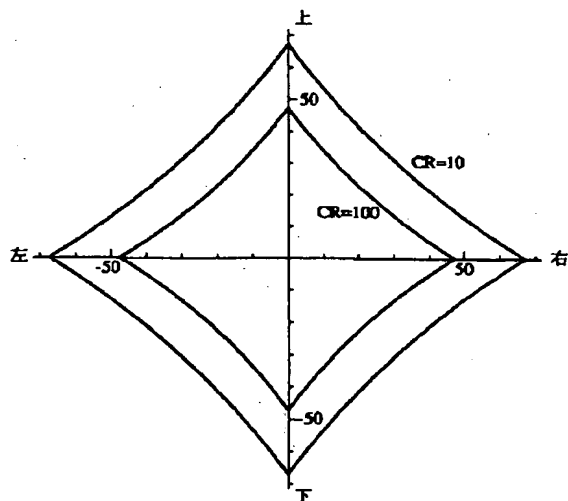
【図17】

本発明の第7実施形態による液晶表示装置を示す斜視図



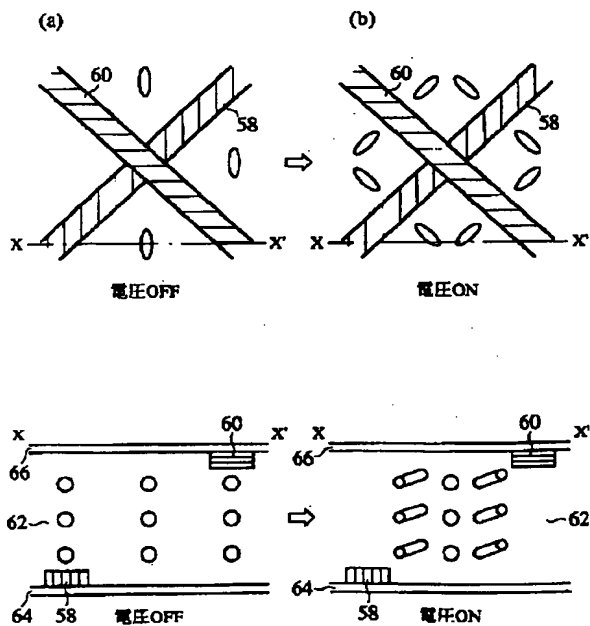
【図19】

本発明の第7実施形態による液晶表示装置の視野角特性を示すグラフ



【図18】

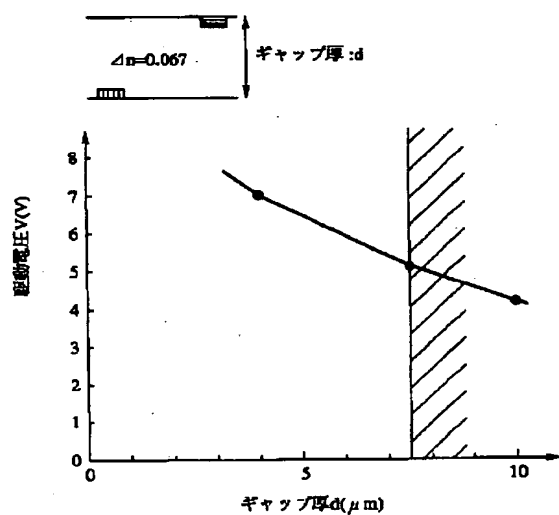
本発明の第7実施形態による液晶表示装置の動作を説明する説明図



(22)

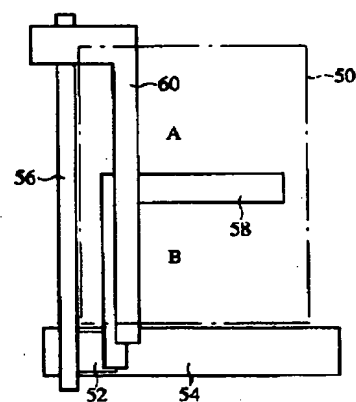
【図20】

液晶表示装置における液晶層の厚さと駆動電圧との関係を示すグラフ



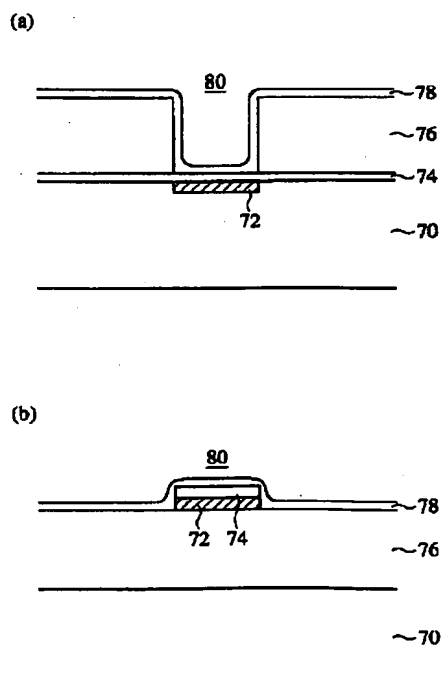
【図22】

本発明の第8実施形態による液晶表示装置を示す平面図



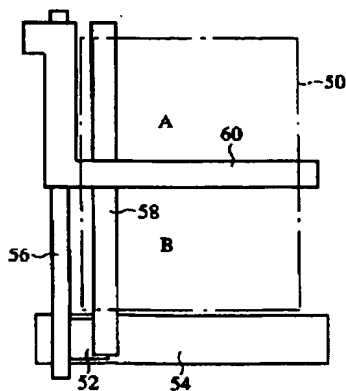
【図23】

本発明の第8実施形態による液晶表示装置の要部を示す断面図



【図24】

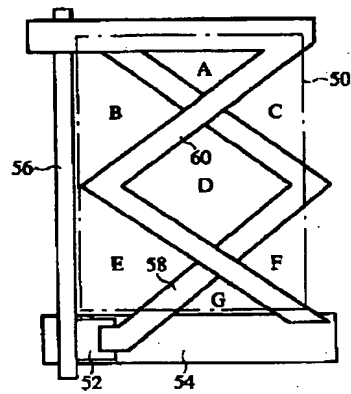
本発明の第8実施形態による液晶表示装置の変形例を示す平面図



(23)

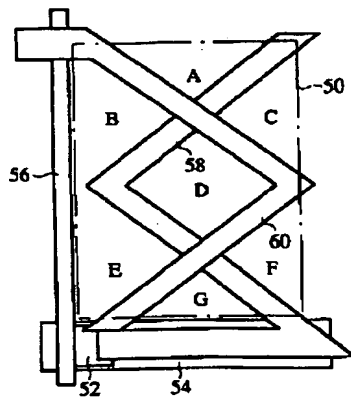
【図25】

本発明の第9実施形態による液晶表示装置を示す平面図



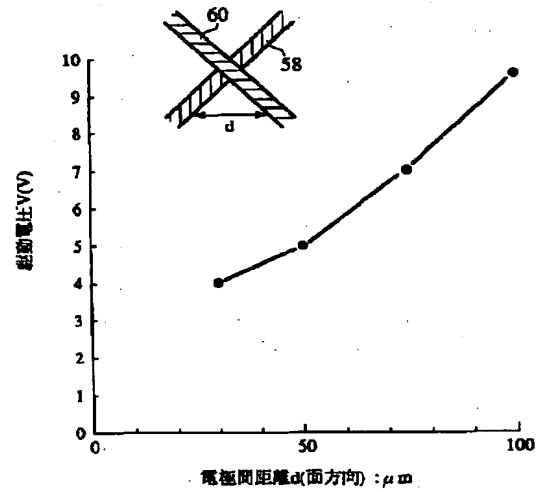
【図27】

本発明の第9実施形態による液晶表示装置の変形例を示す平面図



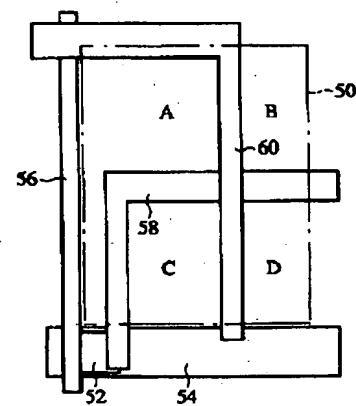
【図26】

本発明の第9実施形態による液晶表示装置の動作を説明するための説明図



【図28】

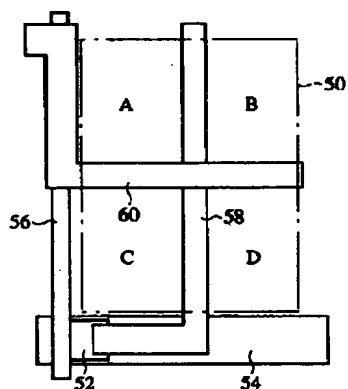
本発明の第10実施形態による液晶表示装置を示す平面図



(24)

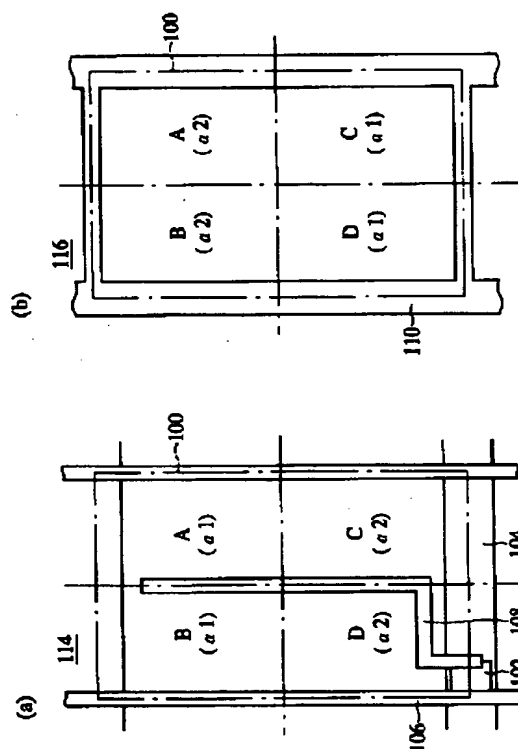
【図 29】

本発明の第10実施形態による液晶表示装置の変形例
を示す平面図



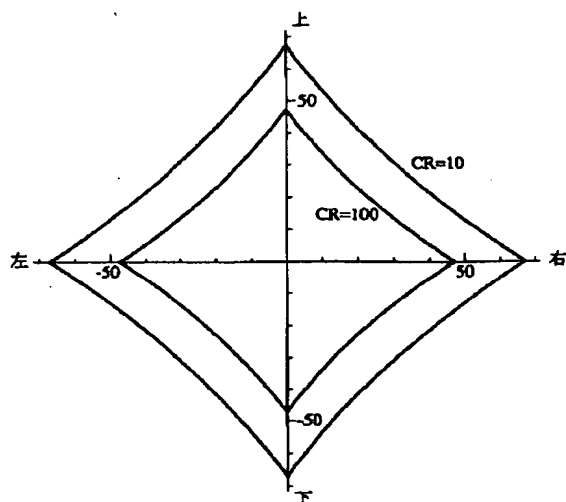
【図 30】

本発明の第11実施形態による液晶表示装置のTFT基板
と対向基板を示す平面図



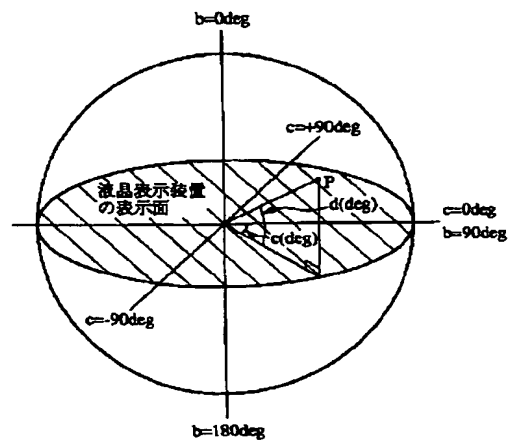
【図 33】

本発明の第11実施形態による液晶表示装置の視野角特性
を示すグラフ



【図 41】

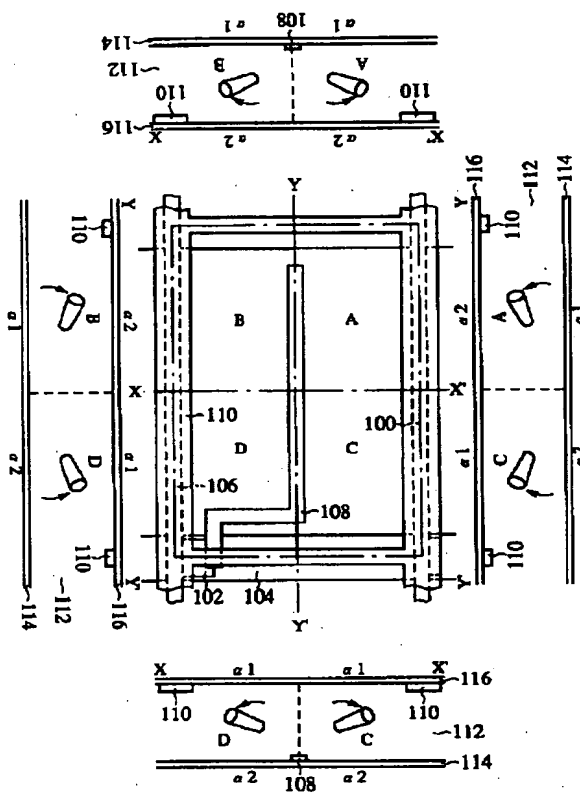
液晶表示装置の方位を説明する説明図



(25)

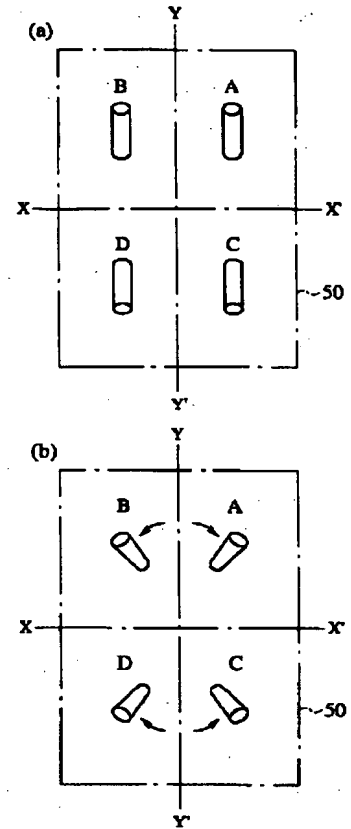
【図 3 1】

本発明の第11実施形態による液晶表示装置を示す平面図
及び断面図



【图 3 2】

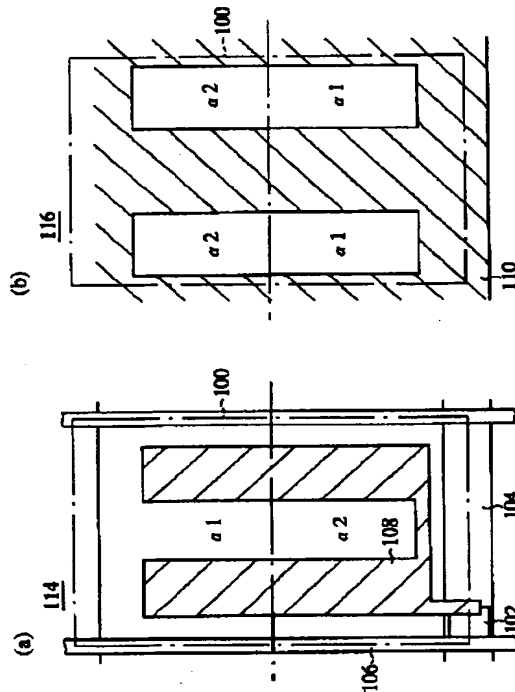
本発明の第11実施形態による液晶表示装置の動作を説明するための説明図



(26)

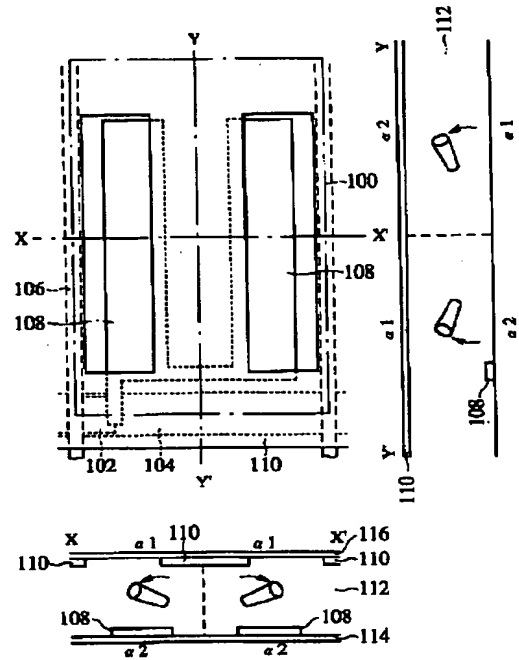
【図34】

本発明の第12実施形態による液晶表示装置のTFT基板と
対向基板を示す平面図



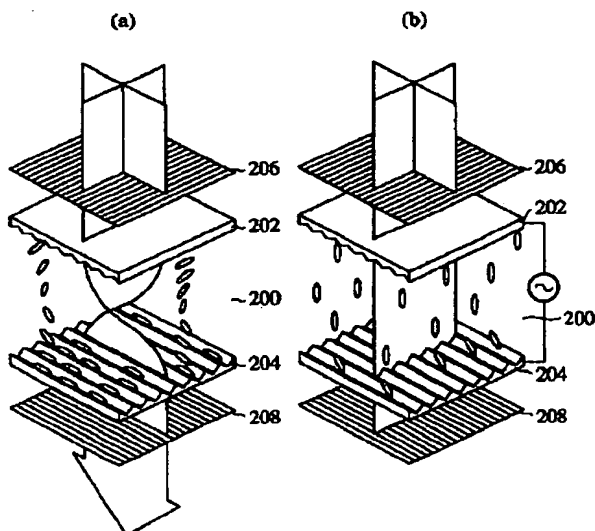
【図35】

本発明の第12実施形態による液晶表示装置を示す平面図
及び断面図



【図42】

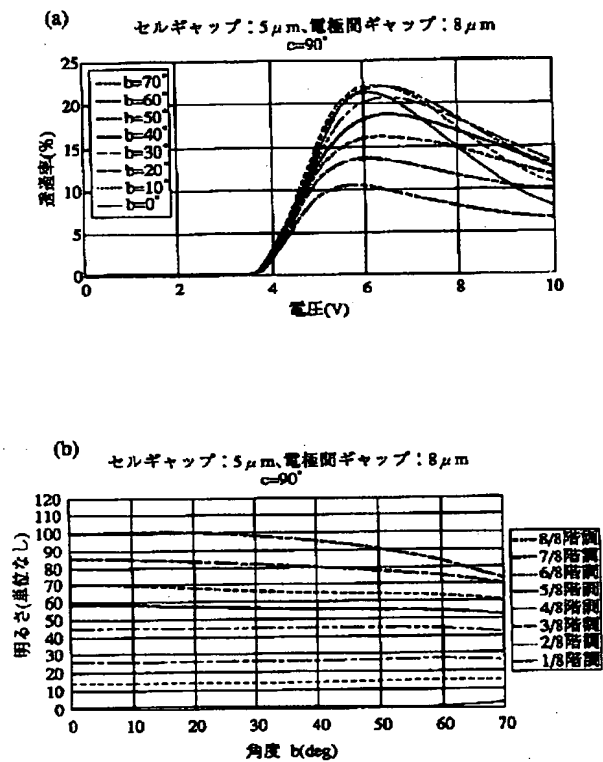
ノーマリホワイトモードのTN型液晶ディスプレイ
の動作を説明する説明図



(27)

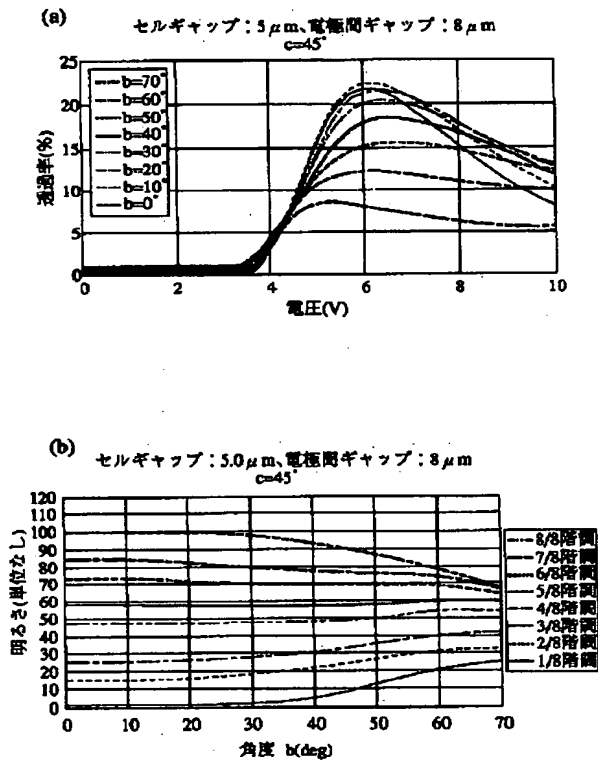
【図36】

実施例の液晶表示装置の方位+90度における
電圧・透過率特性と階調反転特性を示すグラフ



【図37】

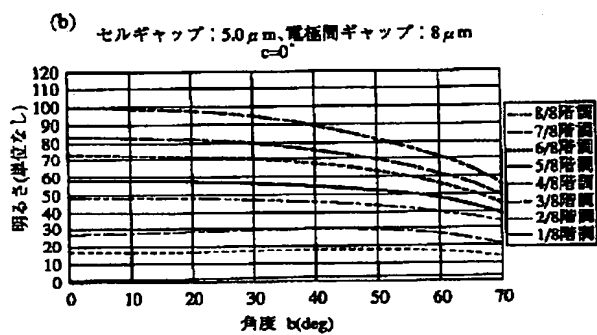
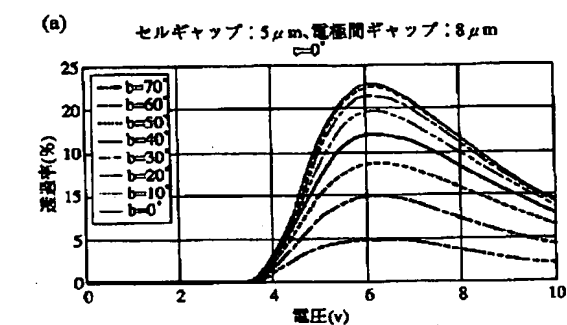
実施例の液晶表示装置の方位+45度における
電圧・透過率特性と階調反転特性を示すグラフ



(28)

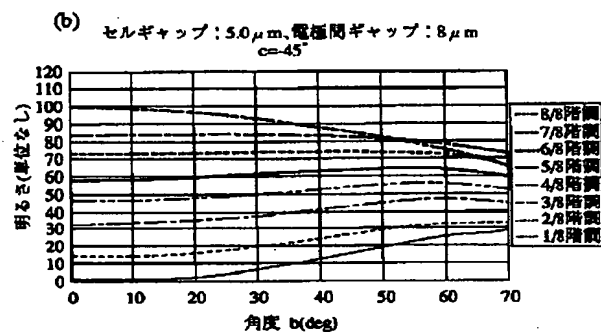
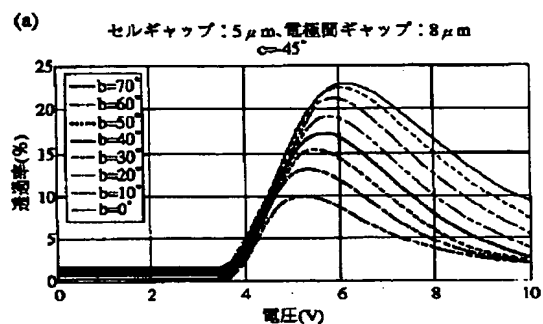
【図38】

実施例の液晶表示装置の方位0度における電圧・透過率特性と階調反転特性を示すグラフ



【図39】

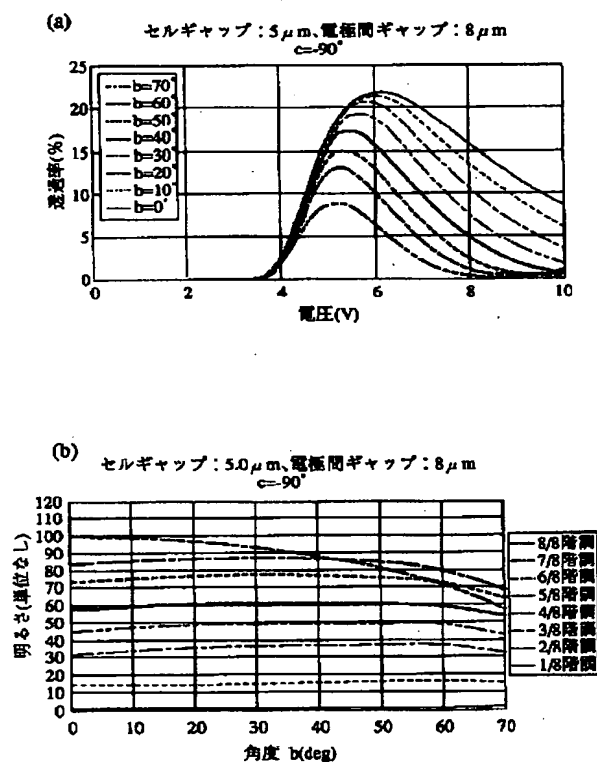
実施例の液晶表示装置の方位-45度における電圧・透過率特性と階調反転特性を示すグラフ



(29)

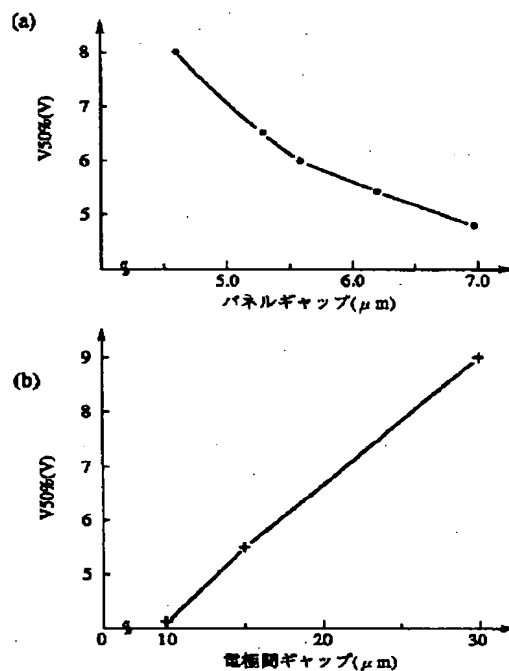
【図40】

実施例の液晶表示装置の方位 -90° における電圧・透過率特性と階調反転特性を示すグラフ



【図43】

面内スイッチング(IPS)を用いた液晶表示装置の液晶層の厚さ及び電極間ギャップと駆動電圧との関係を示すグラフ



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.